STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI s.r.l.
CAPITALE SOCIALE EURO 100.000,00 I.V.
VIA MINCIO, 22 – C.A.P. 20139 **M I L A N O** TEL. 02.5393977 – FAX 02.5392262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI GEOTECNICI AMBIENTALI GEOARCHEOLOGICI – PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE INDAGINI E RICERCHE GEOLOGICHE E IDROLOGICHE - PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI - PROSPEZIONI GEOFISICHE GEOELETTRICHE - RILIEVI TOPOGRAFICI
C.C.I.A.A. REG. DELLE IMPRESE DI MILANO – COD.FISC.-PART.IVA 05092310969 – SOA 3405AL/57/01

Milano, Gennaio 2024

Spett.le
GENERALE PREFABBRICATI S.p.A.
CENTRO DIREZIONALE QUATTROTORRI
Ellera Stazione
Perugia

Prot. 7501/B

REALIZZAZIONE EDIFICIO DC11

INDAGINE GEOGNOSTICA
RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA (R1+R3)

SETTIMO MILANESE (MI) - VIA REISS ROMOLI

Redatta ai sensi

D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011

D.M. 17 gennaio 2018 (Aggiornamento delle N.T.C.)

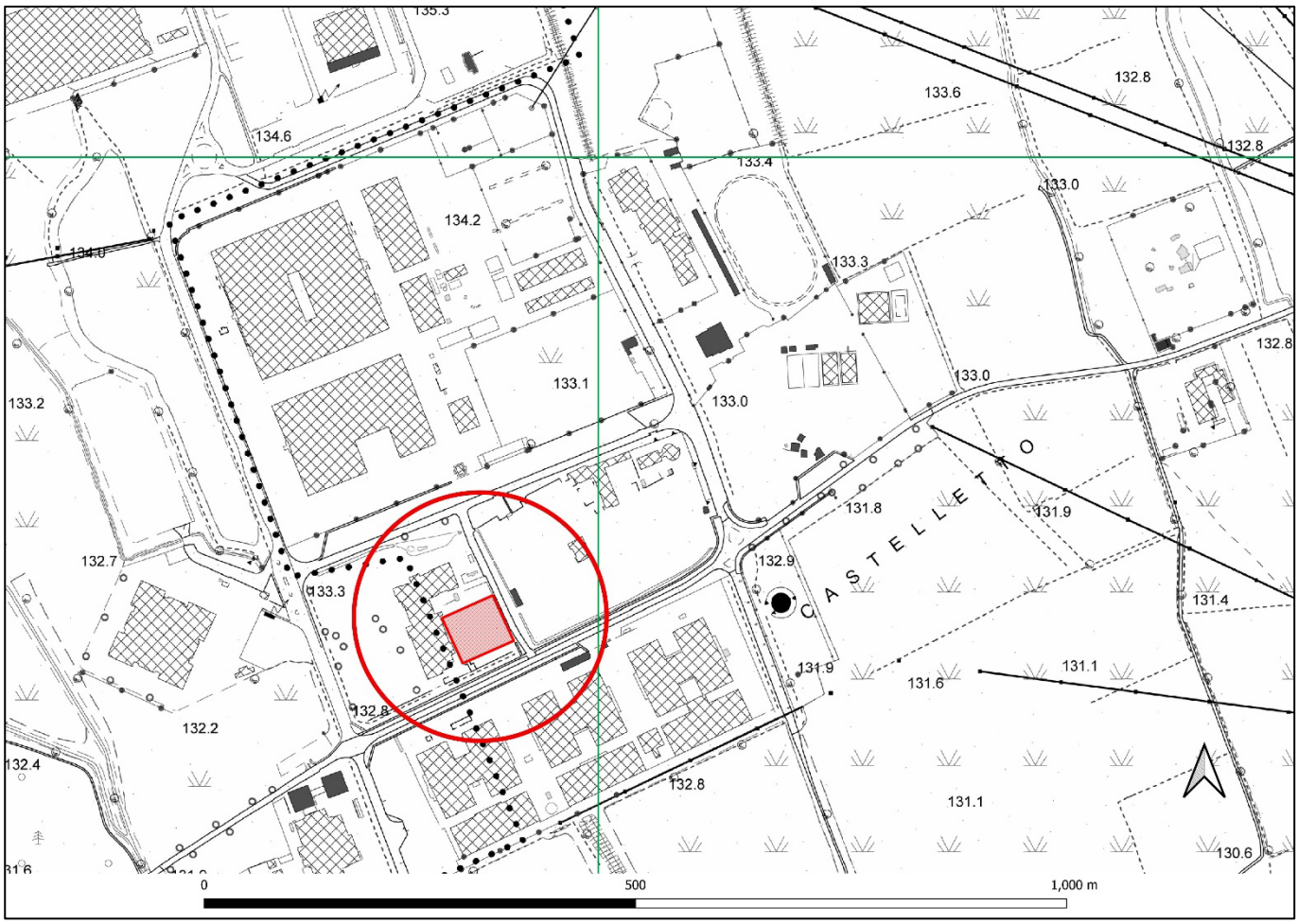
Dott. Geol. Luigi Maurizio Paternò _____

REVISIONE	DATA	PROTOCOLLO	REDATTO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO
1.1	22/01/2024	7501/B	LMP	GCC/LMP	GCC
1.0	26/07/2023	7501/B	LMP	GCC/LMP	GCC

SOMMARIO

1.0 PREMESSA E PROGETTO EDILIZIO ____ 3
2.0 VINCOLI E CLASSIFICAZIONE SISMICA ____ 4
2.1 Vincoli urbanistici e idrogeologici ____ 4
2.2 Classificazione sismica ____ 5
3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO ____ 5
3.1 Ubicazione geografica ____ 5
3.2 Inquadramento geomorfologico ____ 5
3.3 Inquadramento geologico ed idrogeologico ____ 6
4.0 ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA ____ 7
4.1 Pericolosità geomorfologica e idrogeologica ____ 7
4.2 Scenari di rischio sismico: pericolosità sismica locale ____ 8
4.2.1 Scenari di rischio sismico: verifica liquefazione ____ 8
4.2.2 Dati in ingresso ____ 8
4.2.3 Elaborazione e risultati ____ 9
5.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE E PARAMETRI GEOTECNICI ____ 10
5.1 Indagini geognostiche e modello concettuale ____ 10
6.0 CONCLUSIONI ____ 12

1.0 PREMESSA E PROGETTO EDILIZIO



Il presente documento ha lo scopo d'illustrare i caratteri geologici e geologico-tecnici di un'area sulla quale è progettata la realizzazione di un Edificio Pluripiano a servizio del "Data Center DC11" ubicato nel Comune di Settimo Milanese (MI). Il fabbricato ha un piano a livello piano terra e tre piani fuori terra con una superfice totale di 13.453 m^2 di cui in a P.T. 4.400 m^2. Le dimensioni in pianta sono 72,80 m x 60,40 m circa e l'altezza massima del tamponamento è circa a 20,00 m.

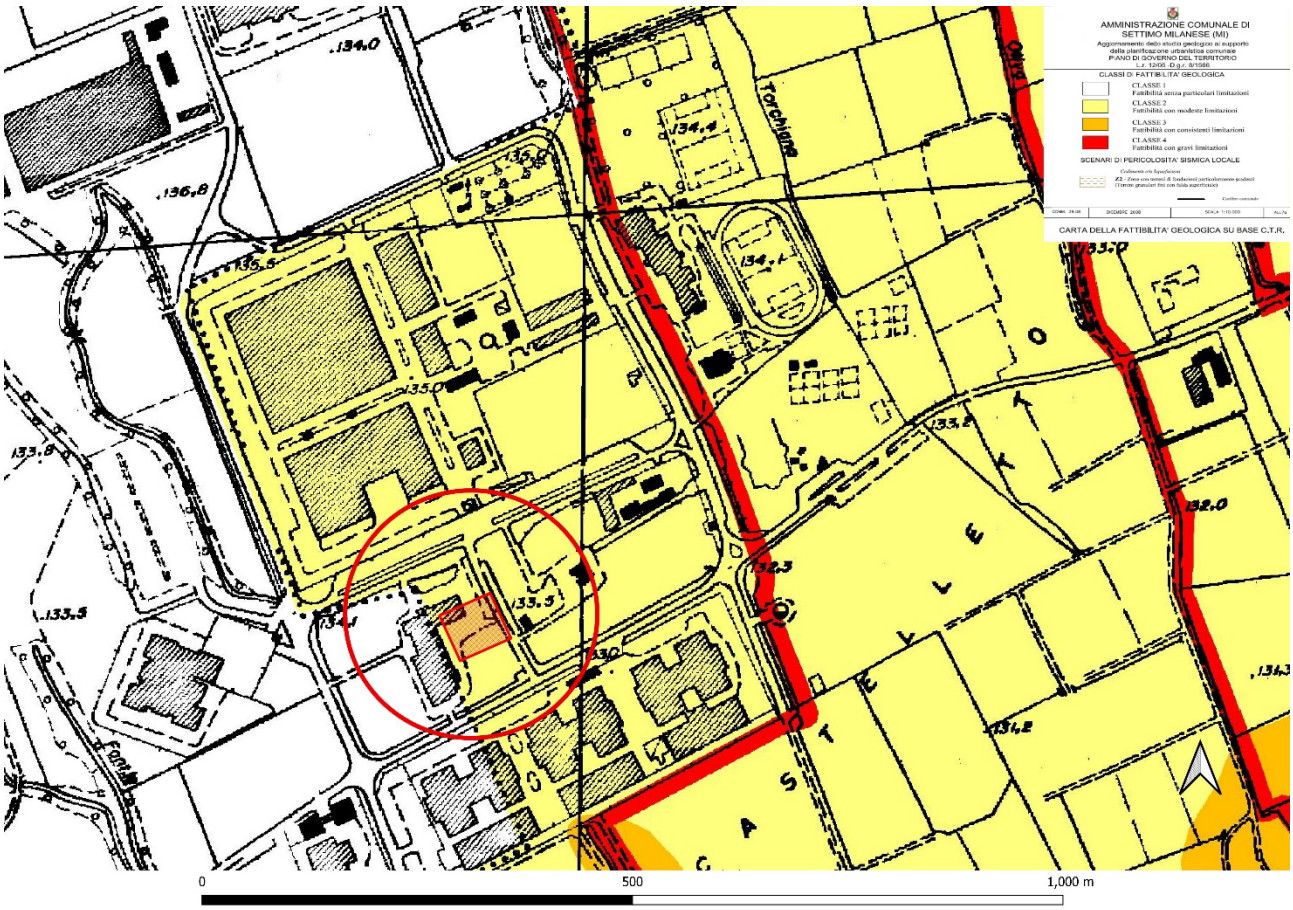
L'area è iscritta a catasto ai Mappali 67,27,159 Foglio 15 del Catasto Comunale di Settimo Milanese (I700) ed ha accesso da via Reiss Romoli, 35.

Le norme tecniche utilizzate per impostare struttura e contenuto del presente documento sono omogenee alle linee normative fissate con DECRETO MINISTERIALE (INFRASTRUTTURE) 14 GENNAIO 2008 - APPROVAZIONE DELLE NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (**NTC 2008**) - G.U. N. 29 DEL 4 FEBBRAIO 2008 AGGIORNATE CON DECRETO MINISTERIALE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI 17 GENNAIO 2018-AGGIORNAMENTO DELLE «**NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**» - SUPPLEMENTO ORDINARIO ALLA G.U. N. 42 DEL 20 FEBBRAIO 2018 - SERIE GENERALE.

Legislazione locale di riferimento: D.G.R. Regione Lombardia 7374/2008, D.G.R. Regione Lombardia IX/2616 del 30 novembre 2011, D.G.R. X/2129 del 11 luglio 2014.

2.0 VINCOLI E CLASSIFICAZIONE SISMICA

2.1 Vincoli urbanistici e idrogeologici



In base all'attuale PGT Comunale[1] l'area è indicata in piano in classe di fattibilità 2, con modeste limitazioni:

> "La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. "[2].

In particolare, essendo assenti altri vincoli idraulici, ambientali, paesaggistici, la limitazione inerente alla classe, nell'area in parola, si concretizza con una vulnerabilità media ed elevata della falda superficiale, questa a sua volta generata da una ridotta soggiacenza ed una variabilità stagionale piuttosto pronunciata, legata ai cicli irrigui del territorio di Settimo Milanese.

[1]Comune di Settimo Milanese - AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO ALLO STRUMENTO URBANISTICO GENERALE (P.G.T.) L.R. n. 12 /2005 D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 3908 - Dott. Geol. Alberto Venegoni - Febbraio 2009.
[2] Allegato 7 dello studio di cui in (1): Carta di fattibilità geologica 1:5000 - Dicembre 2008.

2.2 Classificazione sismica

Il territorio comunale di Settimo Milanese ricade nel gruppo di aree individuate dalla Regione Lombardia[3] in Zona 4 di Pericolosità Sismica di Base (PSB) - con pericolosità sismica estremamente bassa e con valori di a_g < 0,05 g:

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03015211	MI	SETTIMO MILANESE	4	0,044794

Non sono presenti in area particolari conformazioni morfologiche e/o litologiche tali da presupporre un aumento sostanziale del rischio sismico[4] ; è altresì vero che i termini litologici riscontrati durante le attività di campo, desunti da dati bibliografici e registrati nella cartografia comunale ufficiale[5] ci indicano la presenza più che probabile di sabbie sature, le quali potrebbero, potenzialmente, fluidificare in ragione di eventi sismici particolarmente significativi. Per tale motivo nella presente relazione si espongono i risultati di un'analisi sismica condotta con i criteri dettati dalle NTC 2018 ed orientata alla definizione di un eventuale rischio di fluidificazione secondo i diversi scenari di stato limite previsti dalla normativa tecnica vigente.

3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

3.1 Ubicazione geografica

Il territorio comunale di SETTIMO MILANESE, che si estende su una superficie di circa 10 km^2, si sviluppa nell'ambito delle quote 144.0 m s.l.m. e 125.0 m s.l.m. e confina con i seguenti comuni: NORD RHO, OVEST CORNAREDO, SUD-OVEST CUSAGO, SUD e EST MILANO[6].

In particolare, l'area in esame è collocata nella porzione sud orientale del Comune ed è cartografata nella sezione B6A2 della CTR 1:10000.

3.2 Inquadramento geomorfologico

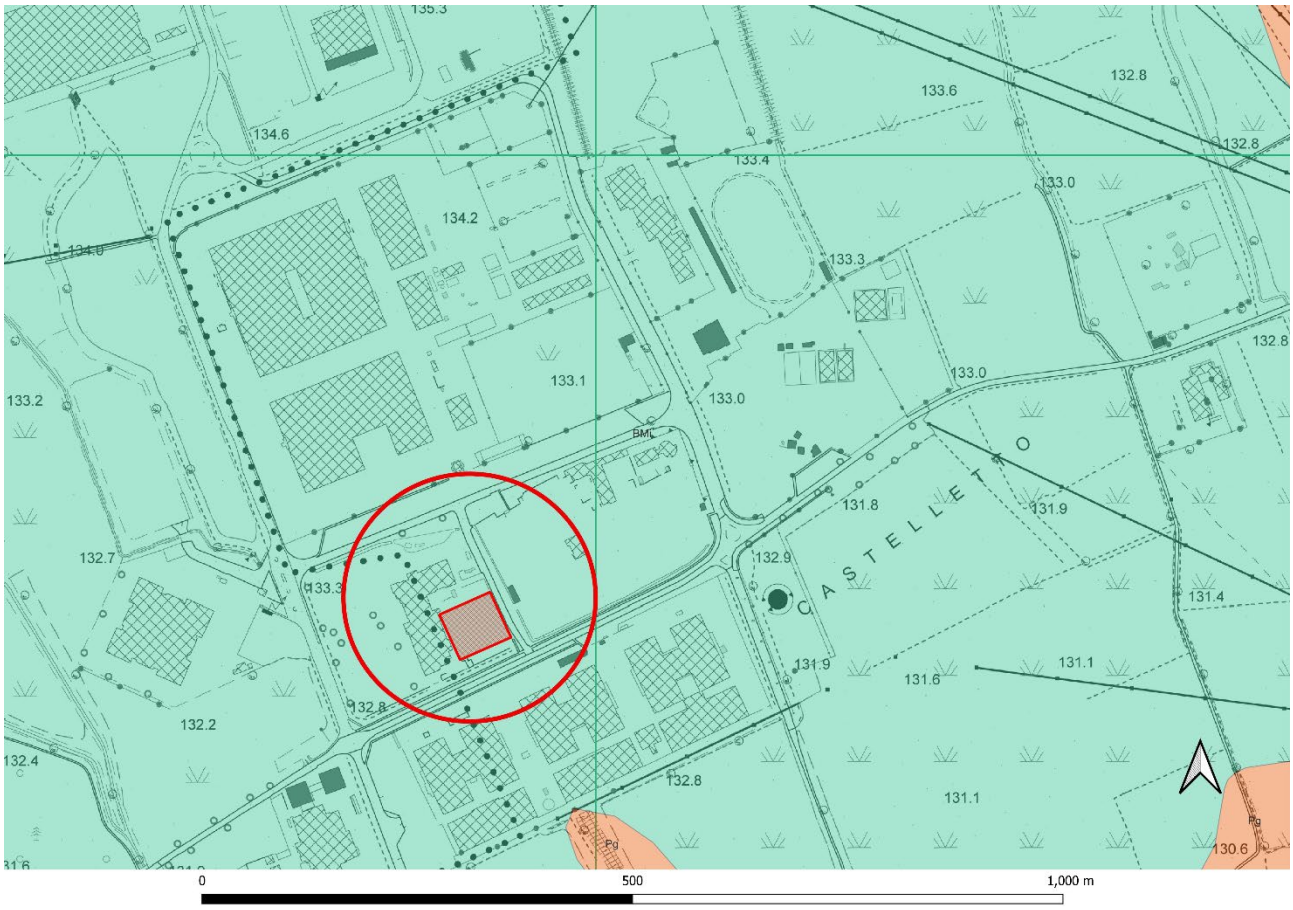
Come già esposto nel precedente paragrafo, il territorio Comunale di Settimo Milanese è sostanzialmente pianeggiante; l'area è ubicata in un contesto con quota media di 132,45 m s.l.m. la cui continuità non è interrotta da alcun elemento morfologico di rilievo.

[3] Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 - n. X/2129 - Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)
[4] Allegato 5 dello studio di cui in (1): Carta della Pericolosità Sismica Locale 1:5000 - Dicembre 2008.
[5] Allegato 1 dello studio di cui in (1): Carta Geolitologica con elementi pedologici 1:5000 - Dicembre 2008.
[6] Estratto testuale della Relazione Geologica di cui in (1).

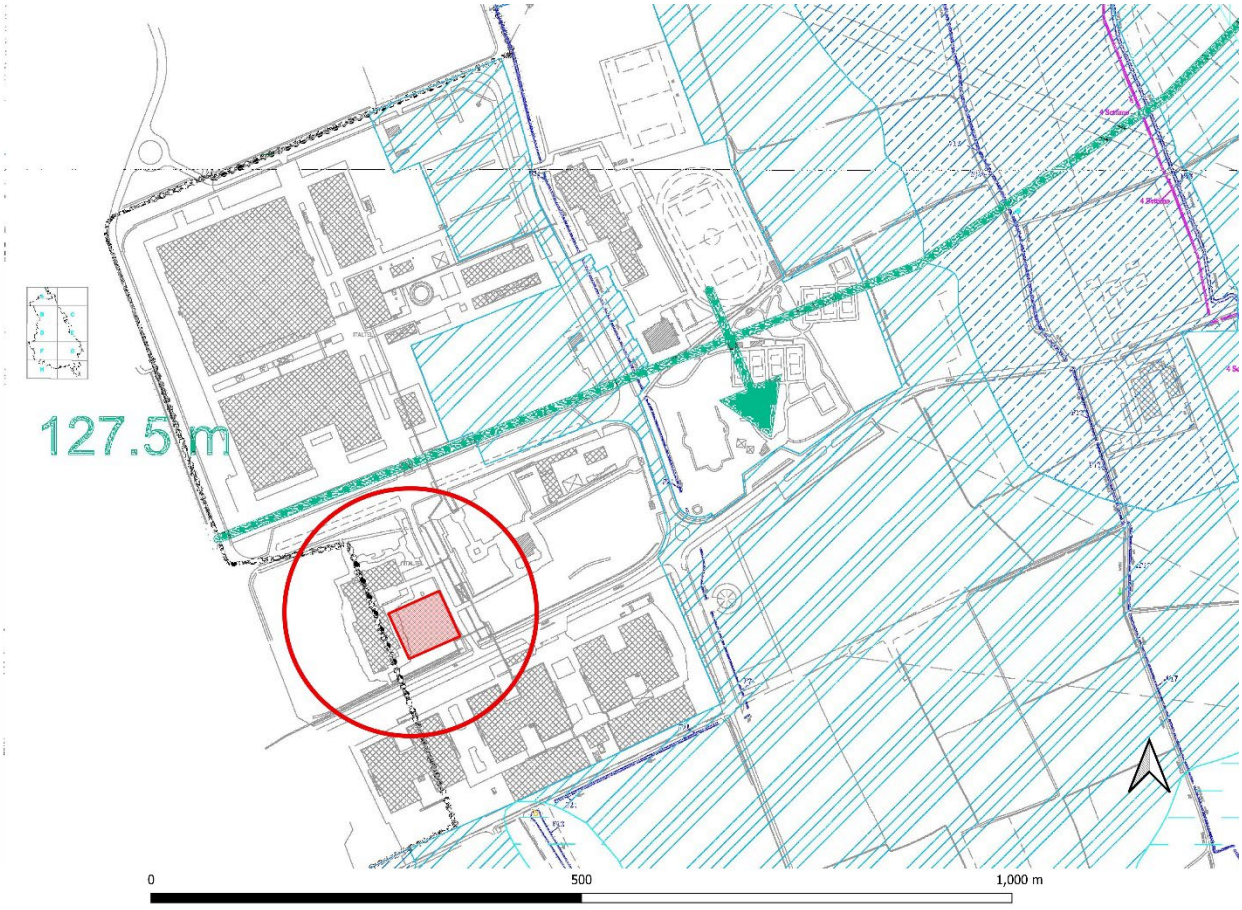
3.3 Inquadramento geologico ed idrogeologico

Dal punto di vista geologico e geolitologico l'area è caratterizzata dalla presenza di depositi fluviali ascrivibili all'ultimo ciclo deposizionale postglaciale; in cartografia Geologica ISPRA (Progetto CAGR -Foglio 118 Milano) viene cartografata nell'ambito dell'Unità di Minoprio (BMI)

composta da ghiaie a supporto clastico e di matrice, con matrice sabbiosa e sabbioso limosa; limi ghiaiosi; sabbie, sabbie limose e limi (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli con spessore medio di 1,5 m, presenza di suoli sepolti nel settore meridionale. Dal punto di vista litologico l'unità è costituita da depositi fluvioglaciali ed in particolare da ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa e sabbioso limosa. Clasti arrotondati/subarrotondati, in prevalenza centimetrici (dimensioni più frequenti tra 1-5 cm e dimensione massima osservata 20 cm circa). Le ghiaie, da massive a grossolanamente stratificate, costituiscono l'ossatura dei settori occidentale e orientale del territorio giungendo fino al suo limite meridionale. Nei due settori sono presenti successioni sommitali caratteristiche. In tutto il settore settentrionale sono discontinuamente presenti sedimenti fini rubefatti a clasti sparsi, che costituiscono il riempimento di canali incisi nelle ghiaie, fluitato dai suoli delle superfici circostanti. Sono presenti, inoltre, sequenze sommitali di sedimenti fini attribuite al sintema di Cantù (subsintema di Ronchetto delle Rane). La superficie modale, pur essendo percorsa da una fitta rete di drenaggio, oggi quasi completamente artificializzata, appare estremamente livellata. Le depressioni in cui scorrono fontanili e cavi, il cui frequente andamento sinuoso e non regolare rivela un'origine naturale, sono generalmente poco o non percettibili all'osservazione diretta. Presenze di orizzonti argillosi e argilloso-limosi.



L'acqua di prima falda si colloca (Piezometro S1-PZ 03/07/2023) alla quota di 4,40 m da piano campagna[7]. In base alla cartografia PGT del 2009[8] la soggiacenza della falda dovrebbe essere di circa 4,86 m, sostanzialmente coincidente con il dato attuale; l'area ricade in una zona caratterizzata dalla presenza diffusa e massiva di fontanili quindi tutta la circolazione idrica sotterranea è condizionata e modulata da elementi puntuali a quota piezometrica prescritta, motivo principale della sostanziale costanza su cicli poliennali e stagionali della quota di falda. In base a questo scenario idrogeologico è possibile affermare che la direzione generale di deflusso sotterraneo identificata in sede di redazione del PGT 2009 (NNW-SSE) è tuttora valida.



4.0 ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

L'analisi della pericolosità geologica, qui presentata in forma qualitativa, consente un sommario inquadramento di eventuali scenari di rischio idrogeologico.

4.1 Pericolosità geomorfologica e idrogeologica

Non sono presenti pendii di rilevo pertanto sono esclusi fenomeni geomorfologici e/o gravitativi. L'area non rientra in alcuna classe di rischio idrogeologico e non ricade in alcuna fascia PAI di vincolo.

La limitata soggiacenza della falda può costituire elemento di rischio idrogeologico per quanto relativo alla vulnerabilità della stessa e all'eventuale interferenza con fondazioni superficiali.

[7] Dis 7501/1A. Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l.
[8] Tav. 3 – Carta Idrogeologica e Idrografica – Dicembre 2008

4.2 Scenari di rischio sismico: pericolosità sismica locale

In base ai dati desunti dalla prova MASW[9] condotta in sito si possono classificare i terreni d'imposta dei manufatti in categoria C[10]:

"C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs_{30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

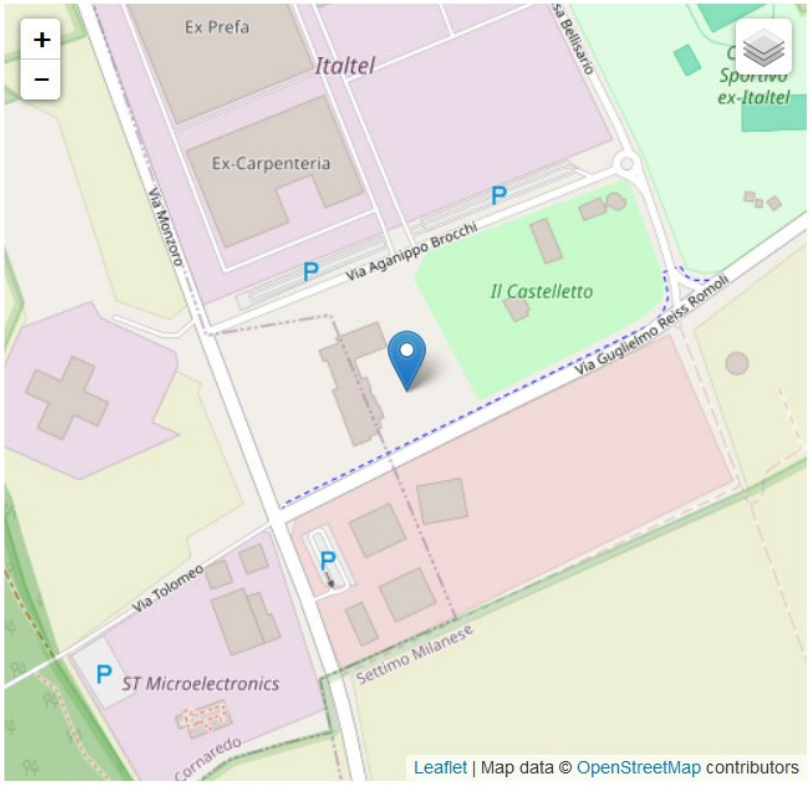
4.2.1 Scenari di rischio sismico: verifica liquefazione

Nell'ambito delle verifiche relative al rischio sismico di liquefazione si sono considerati i quattro scenari di stati limite: SLO, SLD, SLV e SLC. L'assunzione di partenza, estremamente estensiva, è legata alla natura geologica dell'area d'intorno rappresentativa del sito, caratterizzata dalla presenza di orizzonti sabbiosi, praticamente saturi fin dai primi metri di sottosuolo.

4.2.2 Dati in ingresso

Il punto di riferimento collegato all'area è il punto baricentrico della stessa con le seguenti coordinate

SISTEMA	LAT [°]	LONG [°]
WGS84	45.4725864	9.0365538
ED50	45.473522	9.037617



[9] Relazione Studio Tecnico Geom. Ugo Celotti S.r.l. prot. 7501/A Luglio 2023 8
[10] NTC 2018

4.2.3 Elaborazione e risultati

Si prevede per la costruzione in progetto, Classe d'Uso III[11] corrispondente ad un coefficiente d'uso (Cu) 1,5 per una durata nominale Vn di **50** anni e, pertanto, una Vr [Vn*Cu] di 75 anni.

In queste condizioni si ricavano i seguenti periodi di ritorno T_r da prendere in considerazione per le elaborazioni successive:

STATO LIMITE	Pvr %	Tr [anni]
SLO	81	45.16
SLD	63	75.43
SLV	10	711.84
SLC	5	1462.18

In base alle coordinate inserite e T_r calcolati si ottengono, per gli stati limite definiti, i seguenti valori :

STATO LIMITE	F_o	T*c [s]	$a_{g,max}$ [g]
SLD	2.55690231	0.16000000	0.0290
SLO	2.56070693	0.19141548	0.0369
SLV	2.65360681	0.28000000	0.0761
SLC	2.68670450	0.30000000	0.0915

Le NCT 2018 indicano che l'analisi di liquefazione viene omessa (ridondante) quando il terreno saturo suscettibile a tale fenomeno risulti interessato da a_{gmax} < 0,1 g, pertanto, per nessuno degli scenari di rischio analizzati risulta necessario un approfondimento sull'eventuale liquefazione dei terreni sottofalda. Per i relativi spettri di risposta sismica, essendo funzione della progettazione strutturale, si rinvia alla Relazione di Progettazione Geotecnica.

[11] NTC 2018 2.4.2

5.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE E PARAMETRI GEOTECNICI

5.1 Indagini geognostiche e modello concettuale

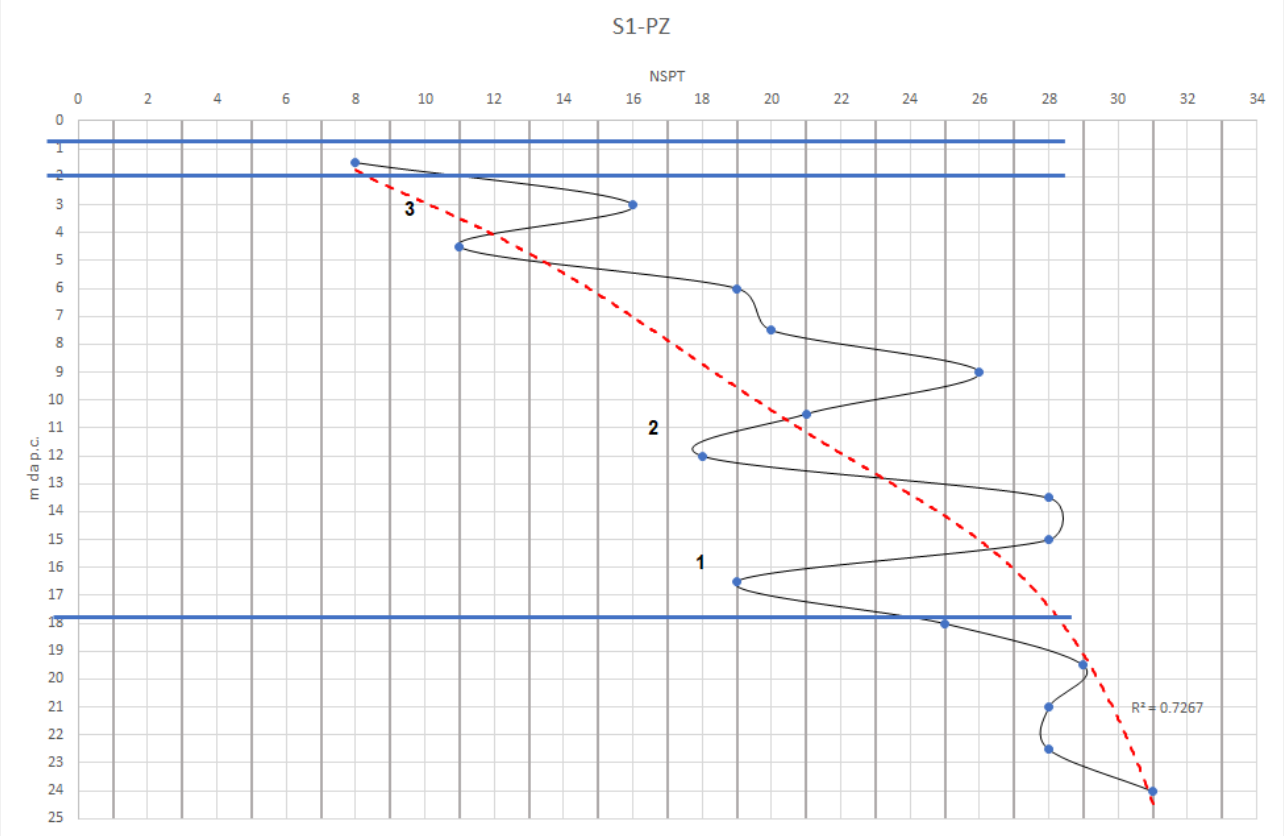
L'area è stata indagata a mezzo di n. 8 verticali penetrometriche DPSHB condotte con penetrometro superpesante DPSH/B (P1÷P8) spinte fino a -15,0 m circa dal piano campagna (posizionabile a circa 132,45 m s.l.m.) e n. 1 sondaggio geognostico (S1-PZ) realizzato a carotaggio continuo, spinto fino a 25 m da piano campagna (p.c.) ed attrezzato a piezometro fino a -21 m da p.c.

La colonna stratigrafica semplificata del sondaggio S1-PZ è la seguente:

da m	a m	Descrizione litologica concettuale
0.0	2.0	Sabbia media con ghiaia ciottolosa debolmente limosa colore marrone. Trattasi molto probabilmente di suolo (copertura colluviale) attuale e/o recente
2.0	2.3	Limo con Sabbia media colore grigio scuro. Trattasi di depositi di piana alluvionale distale forse derivati da un evento collegato a altro corso d'acqua in contatto eteropico con i sedimenti laterali e sottostanti.
2.3	3.0	Ghiaia media con sabbia media ciottolosa. Trattasi di depositi fluviali grossolani caratteristici di barre fluviali e/o sponde.
3.0	18.4	Orizzonti metrici di ghiaie sabbiose e/o sabbie ghiaiose più o meno grossolane di colore grigio. Trattasi di depositi legati alla migrazione ed evoluzione di un corso d'acqua caratterizzato da energia medio-alta, probabilmente a meandri che ha depositato nel tempo una sequenza pressoché continua di sedimenti senza esposizione subaerea, quindi in ambiente deposizionale prossimale o contiguo o interno al corso d'acqua stesso.
18.4	25.0	Sabbia media con ghiaia media limosa ciottolosa colore marrone chiaro. Trattasi di depositi colluviali (paleosuoli?) che hanno sicuramente subito fenomeni di alterazione subaerea.

L'andamento delle resistenze SCPT registrate durante la realizzazione del sondaggio mostra la presenza, lungo la verticale S1-PZ, di tre cicli sedimentari segnati dalla presenza di tre minimi e tre massimi dei valori NSPT che non sono evidenziabili da un cambio di litologia e, quindi, sono ascrivibili ad un aumento ed una diminuzione dello stato di addensamento e/o della componente sabbiosa nell'ambito degli orizzonti sedimentari. In generale l'andamento dei valori NSPT aumenta con la profondità come prevedibile anche in relazione all'aumentare della pressione di confinamento e alla costipazione litostatica dei grani sabbiosi.

Si osserva che negli orizzonti più superficiali, dai 3 m ai 5 m circa da p.c. si localizza una riduzione delle resistenze, riduzione che, in ragione dell'eventuale ubicazione delle fondazioni in questo orizzonte, dovrebbe costituire un motivo di approfondimento in sede di Relazione di Progettazione Geotecnica.


S1-PZ
NSPT
m da p.c.
3
2
1
R² = 0.7267

6.0 CONCLUSIONI

A seguito delle osservazioni e misurazioni in loco, delle rilevazioni cartografiche e dei dati tecnici bibliografici risulta che:

1) Non sono presenti particolari rischi idrogeologici generali o locali.
2) I materiali di sottostrato non presentano caratteristiche sismicamente rilevanti e la morfologia dell'area non è tale da innescare fenomeni di amplificazione sismica. La verifica sismica per la liquefazione non è stata condotta in quanto $a_{gmax} < 0,1$ g per i periodi di ritorno previsti per l'opera.
3) Sono presenti in sito materiali di fondazione con capacità portanti da buone ad ottime per le quali non è comunque necessario, a parere dello scrivente, prevedere particolari opere preliminari di miglioramento.

Per quanto finora visto l'opera nel suo complesso è compatibile con il quadro generale geologico, litologico, sismico e idraulico dell'area.

Dott. Geol. Luigi Maurizio Paternò

ALLEGATI FUORI TESTO

STUDIO TECNICO
Geom. UGO CELOTTI S.R.L.

VIA MINCIO 22 - CAP 20139 MILANO - TEL. 025393977 r.a. - 025392262 FAX
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE - PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE
RICERCHE IDROLOGICHE AMBIENTALI - STRUMENTAZIONI GEOTECNICHE
PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI
RILIEVI TOPOGRAFICI - PROSPEZIONI GEOFISICHE E GEOELETTRICHE

GENERALE PREFABBRICATI S.p.A. - Centro Direzionale Quattrotorri
Ellera Stazione - PERUGIA

Indagini geognostiche e geotecniche eseguite nel terreno di fondazione di un edificio pluripiano a servizio del "Data Center DC11" di prossima realizzazione in comune di Settimo Milanese (Milano) – Via Reiss Romoli, 35.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO E GEOTECNICO CON INSTALLAZIONE DI PIEZOMETRO N. S1-PZ
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE NN. P1 – P2 - P3- P4 - P5 - P6 - P7 - P8

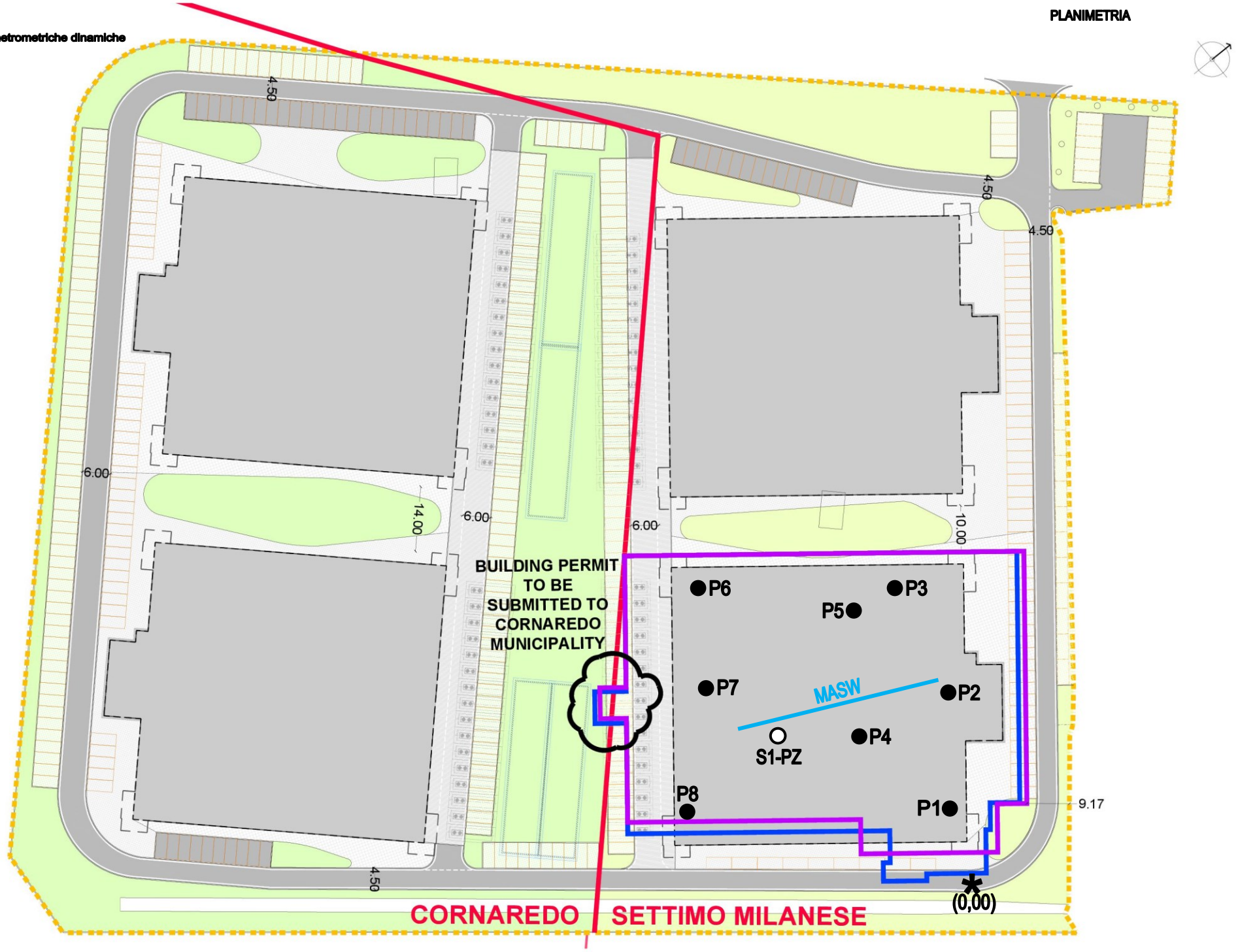
Disegno n. 7501/1A Data: 10 – 07 – 2023

N.B. – Lo zero di riferimento delle profondità coincide con il piano d'inizio delle perforazioni.
La quota s.l.m. indicata sulla stratigrafia e sui diagrammi è stata calcolata con sistema di riferimento ED50/UTM32.

Sondaggio geognostico e geotecnico con installazione di piezometro

Prove penetrometriche dinamiche

PLANIMETRIA



QUOTE PUNTI DI INDAGINE sistema di riferimento ED50/UTM32			
N. sondaggi	**coordinata E**	**coordinata N**	**Quote s.l.m.**
S1-PZ	502935.500	5035623.870	m +132.362 s.l.m.
N. prove penetrometriche	**coordinata E**	**coordinata N**	**Quote s.l.m.**
P1	502976.103	5035643.739	m +131.998 s.l.m.
P2	502961.945	5035668.252	m +132.278 s.l.m.
P3	502945.737	5035700.701	m +132.635 s.l.m.
P4	502949.554	5035631.793	m +132.384 s.l.m.
P5	502918.619	5035680.037	m +132.701 s.l.m.
P6	502898.666	5035677.343	m +132.462 s.l.m.
P7	502909.043	5035645.376	m +132.577 s.l.m.
P8	502914.883	5035606.805	m +132.551 s.l.m.
zero di riferimento	**coordinata E**	**coordinata N**	**Quote s.l.m.**
RIF	502997.761	5035622.083	m +132.534 s.l.m.

STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI - Via Mincio n° 22 - 20139 MILANO

SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S1-PZ

DATA: 3-7-2023

Dis. n°: 7501

Località: SETTIMO MILANESE

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +132.362

Fine sondaggio m. 25.0

N.B.: ● SPT con punta conica 60°.

STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI - Via Mincio n° 22 - 20139 MILANO

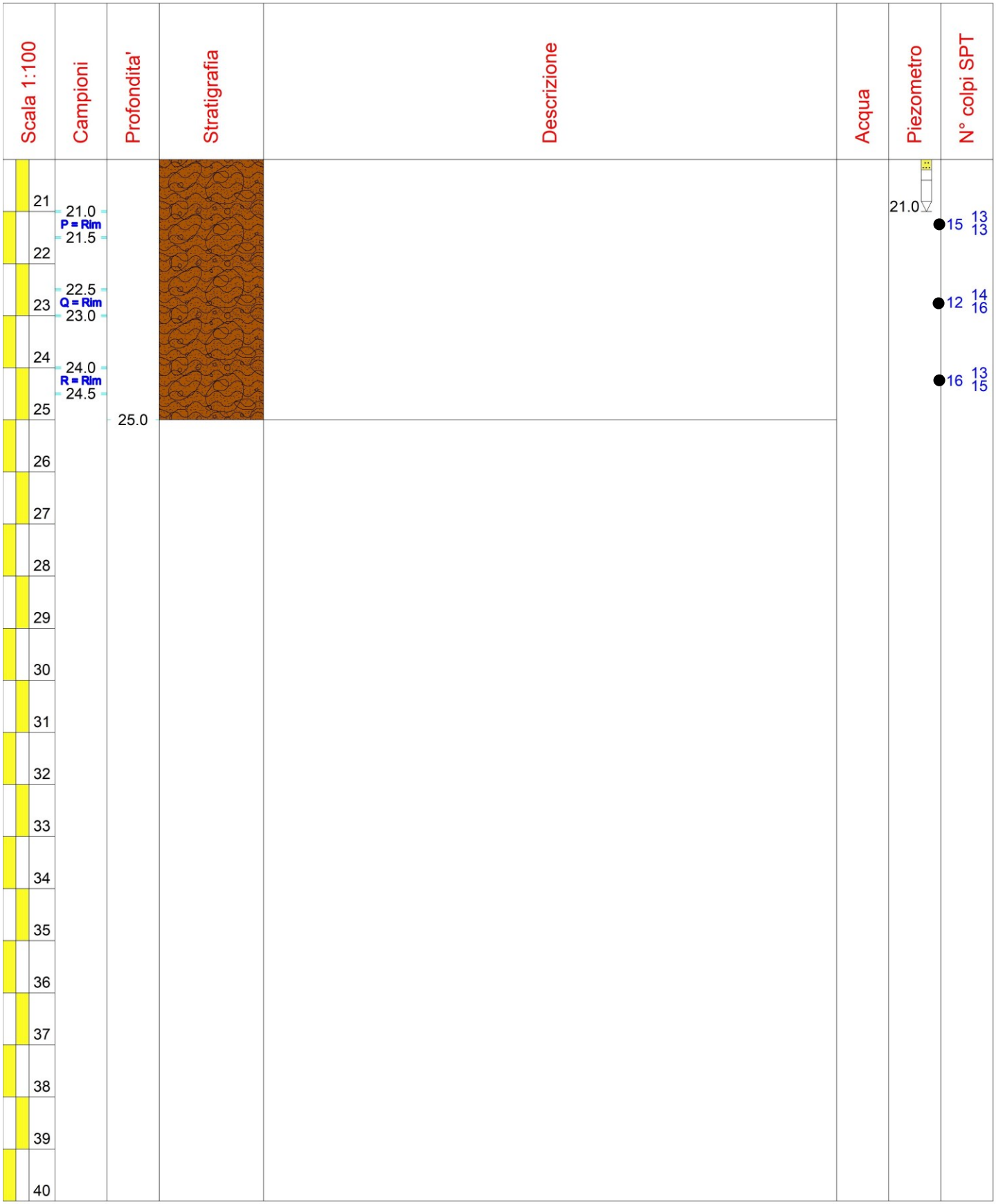
SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° S1-PZ

DATA: 3-7-2023

Dis. n°: 7501

Località: SETTIMO MILANESE

Inizio sondaggio m. 0.00 Inizio sondaggio m +132.362 Fine sondaggio m. 25.0

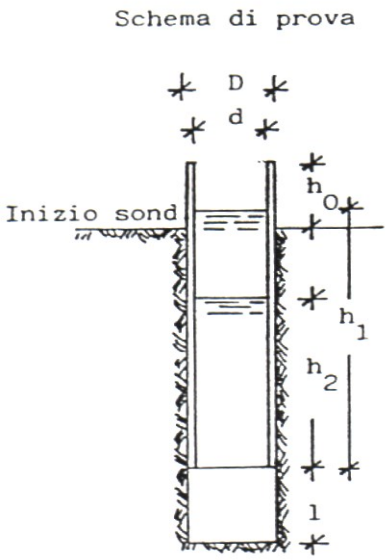


N.B.: ● SPT con punta conica 60°.

PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE PER ABBASSAMENTO

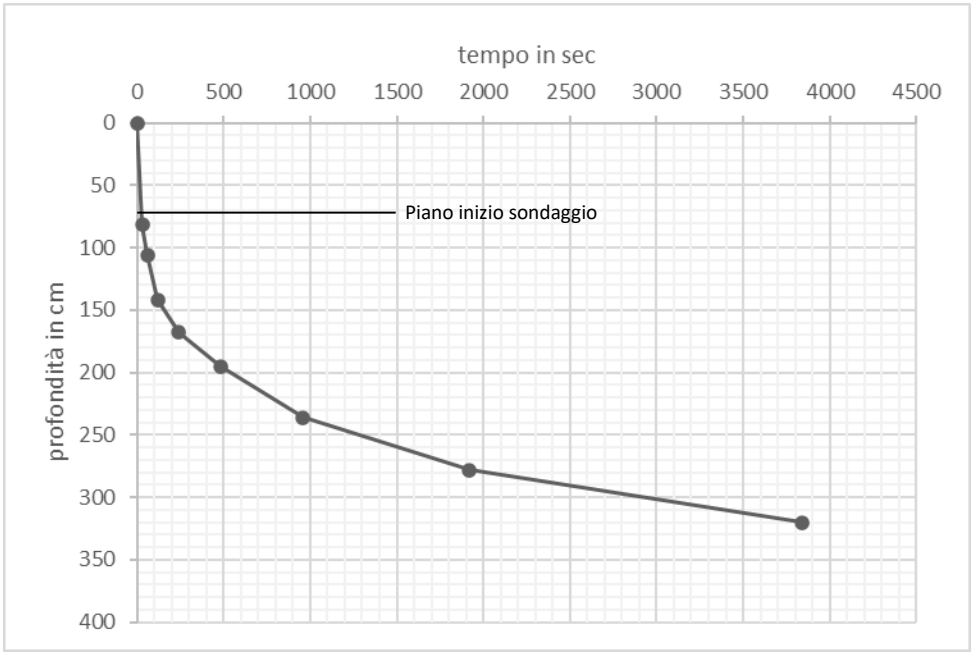
SONDAGGIO N. S1-PZ — PROVA N. 1

a m. 3.00 da piano inizio sondaggio



t = tempo (secondi)	h = abbassamento (centimetri)	q = quantità (litri)	Elementi e risultati
0"	0	0	
30"	82	7.4	D = 12.7 cm d = 10.7 cm A = 126.6 cm²
60"	106	9.5	ho = 70 cm h1 = 320 cm h2 = 27 cm
120"	142	12.8	t1 = 0 sec t2 = 1920 sec l = 50 cm
240"	168	15.1	
480"	195	17.5	
960"	236	21.2	
1920"	278	24.9	**K** = $2{,}07 \cdot 10^{-3}$ cm/sec **K** = $2{,}07 \cdot 10^{-5}$ m/sec
3840"	>320	>28.7	

N.B.: Il coefficiente di permeabilità K è stato calcolato applicando la formula consigliata dall'Associazione Geotecnica Italiana per le prove di permeabilità a carico variabile per abbassamento, inserendo nell'espressione i dati iniziali e finali rilevati in sito durante la prova, tenendo conto del livello statico dell'eventuale falda sotterranea.

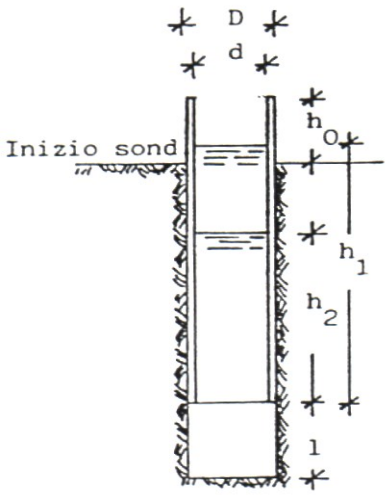


PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE PER ABBASSAMENTO

SONDAGGIO N. S1-PZ — PROVA N. 2

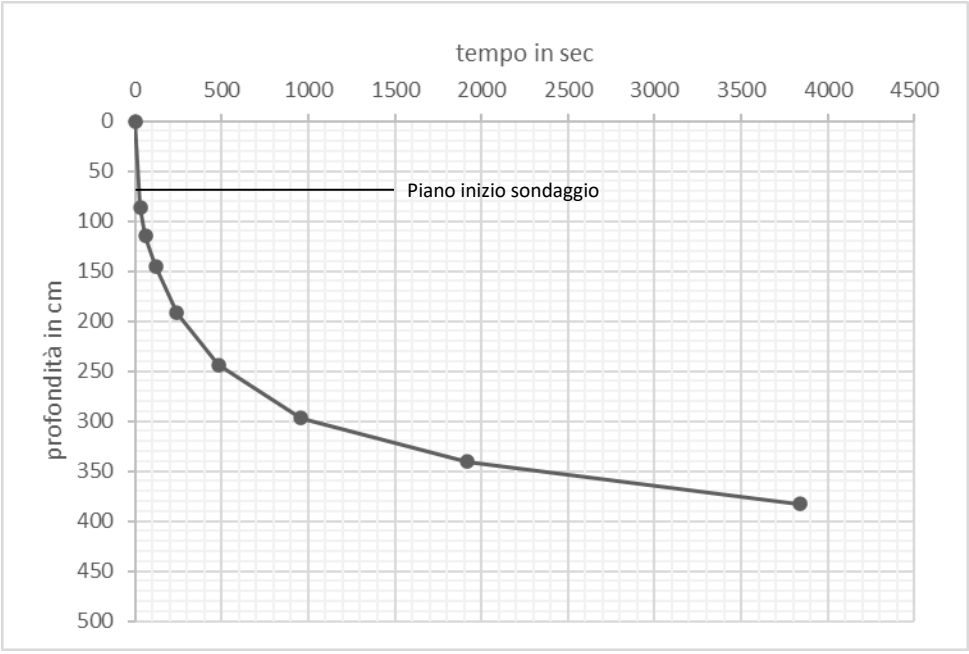
a m. 6.00 da piano inizio sondaggio

Schema di prova



t = tempo (secondi)	h = abbassamento (centimetri)	q = quantità (litri)	Elementi e risultati
0"	0	0	
30"	86	7.7	D = 12.7 cm d = 10.7 cm A = 126.6 cm²
60"	115	10.3	ho = 70 cm
120"	145	13	h1 = 620 cm
240"	192	17.2	h2 = 237 cm
480"	244	21.9	t1 = 0 sec
960"	297	26.7	t2 = 3840 sec
1920"	341	30.6	l = 50 cm
3840"	383	34.4	**K** = 6,34·10^{-4} cm/sec **K** = 6,34·10^{-6} m/sec

N.B.: Il coefficiente di permeabilità K è stato calcolato applicando la formula consigliata dall'Associazione Geotecnica Italiana per le prove di permeabilità a carico variabile per abbassamento, inserendo nell'espressione i dati iniziali e finali rilevati in sito durante la prova, tenendo conto del livello statico dell'eventuale falda sotterranea.



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° P1

DATA: 5-7-2023

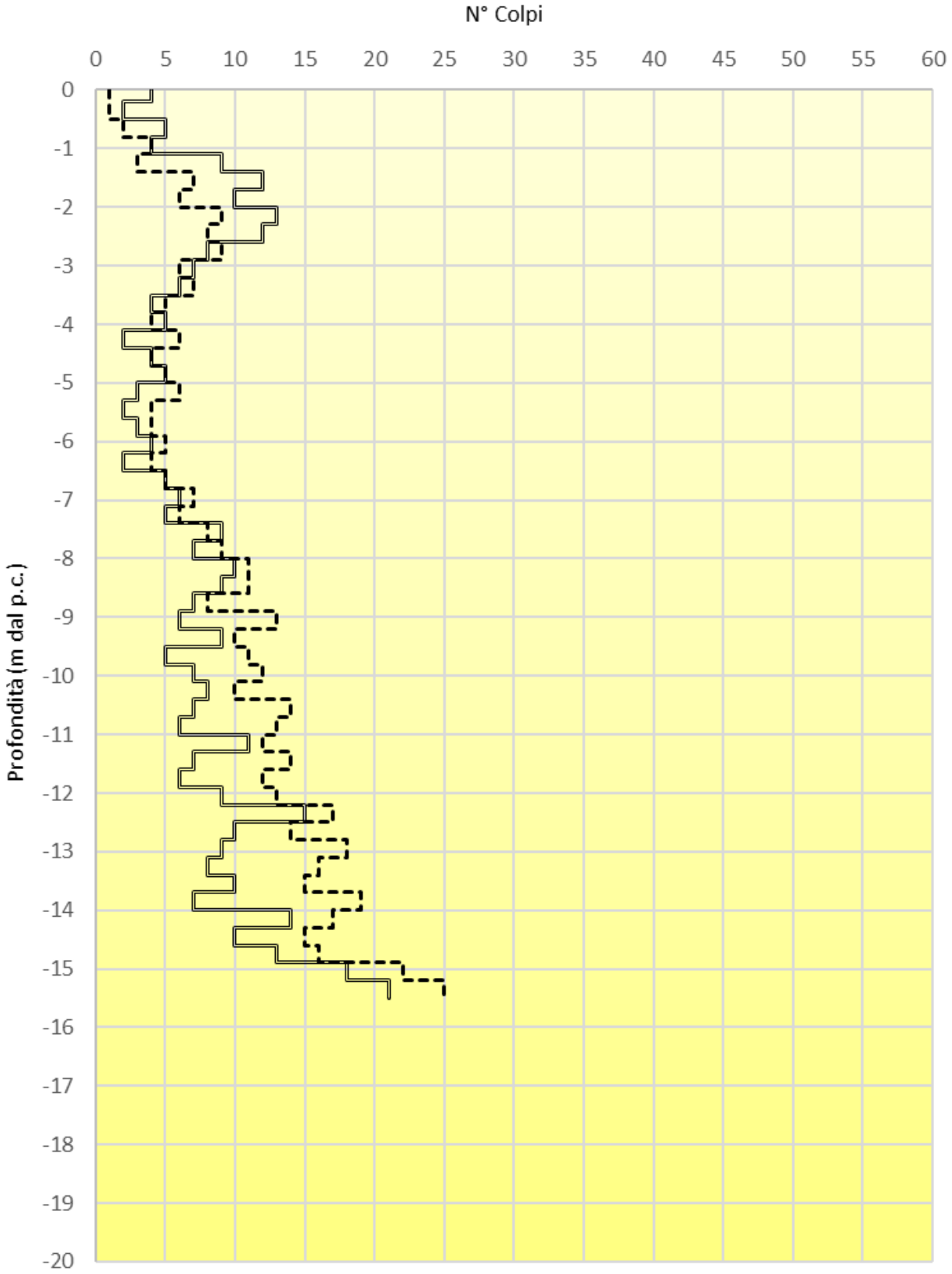
Disegno n° 7501

Località : SETTIMO MILANESE

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante
N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici
═══ Punta 60° ø = 2″ --- Tubazione di rivestimento ø = 1″½

Inizio prova m 0.00
Fine prova m -15.50

Inizio prova m +131.998 s.l.m.
Assenza acqua fino a m -1.20 poi foro ostruito



STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI – Via Mincio n° 22 – 20139 Milano

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° P2

DATA: 6-7-2023

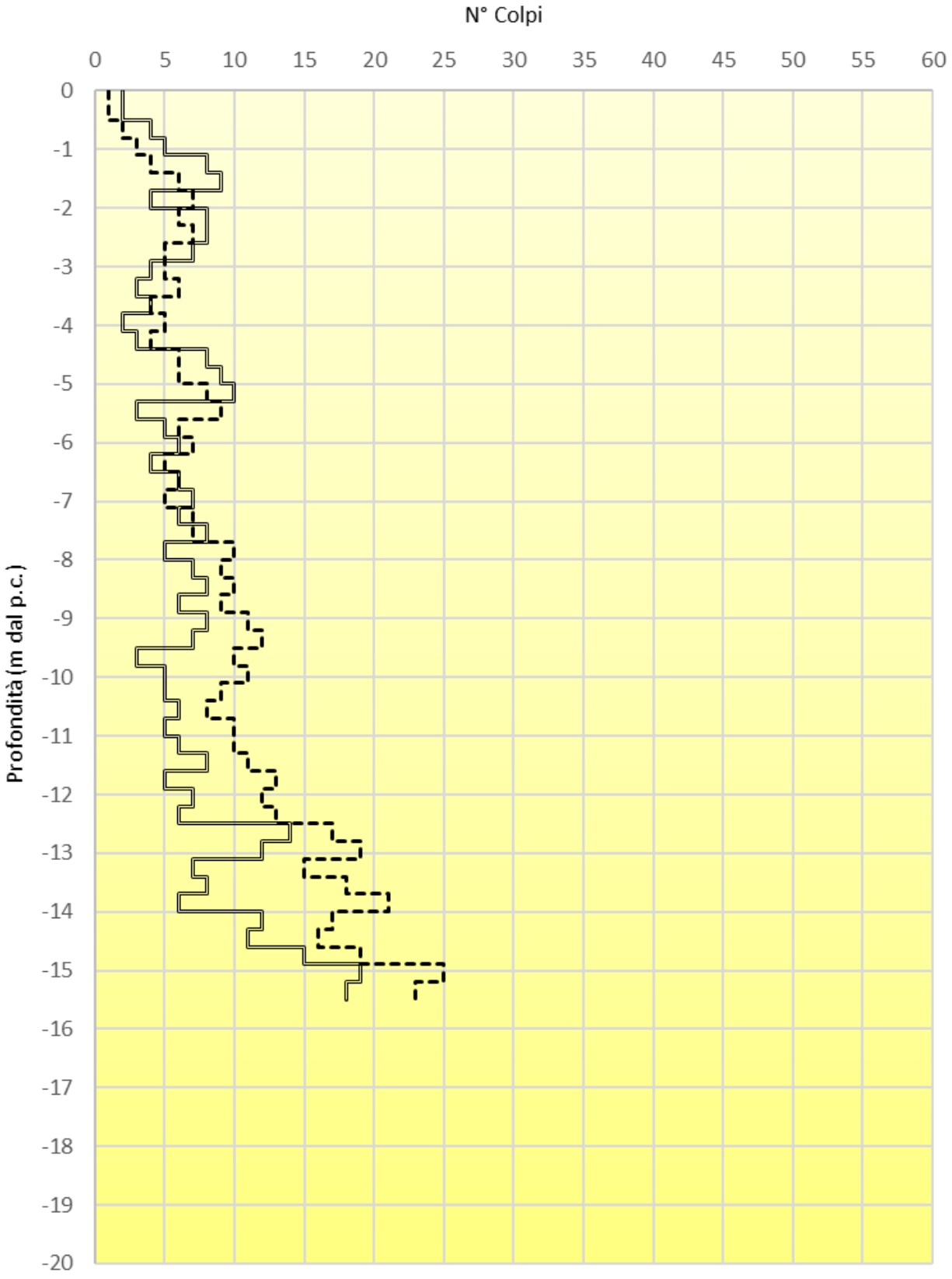
Disegno n° 7501

Località : SETTIMO MILANESE

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante
N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici
═══ Punta 60° ø = 2″ --- Tubazione di rivestimento ø = 1″½

Inizio prova m 0.00
Fine prova m -15.50

Inizio prova m +132.278 s.l.m.
Assenza acqua fino a m -0.90 poi foro ostruito



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° P3

DATA: 6-7-2023

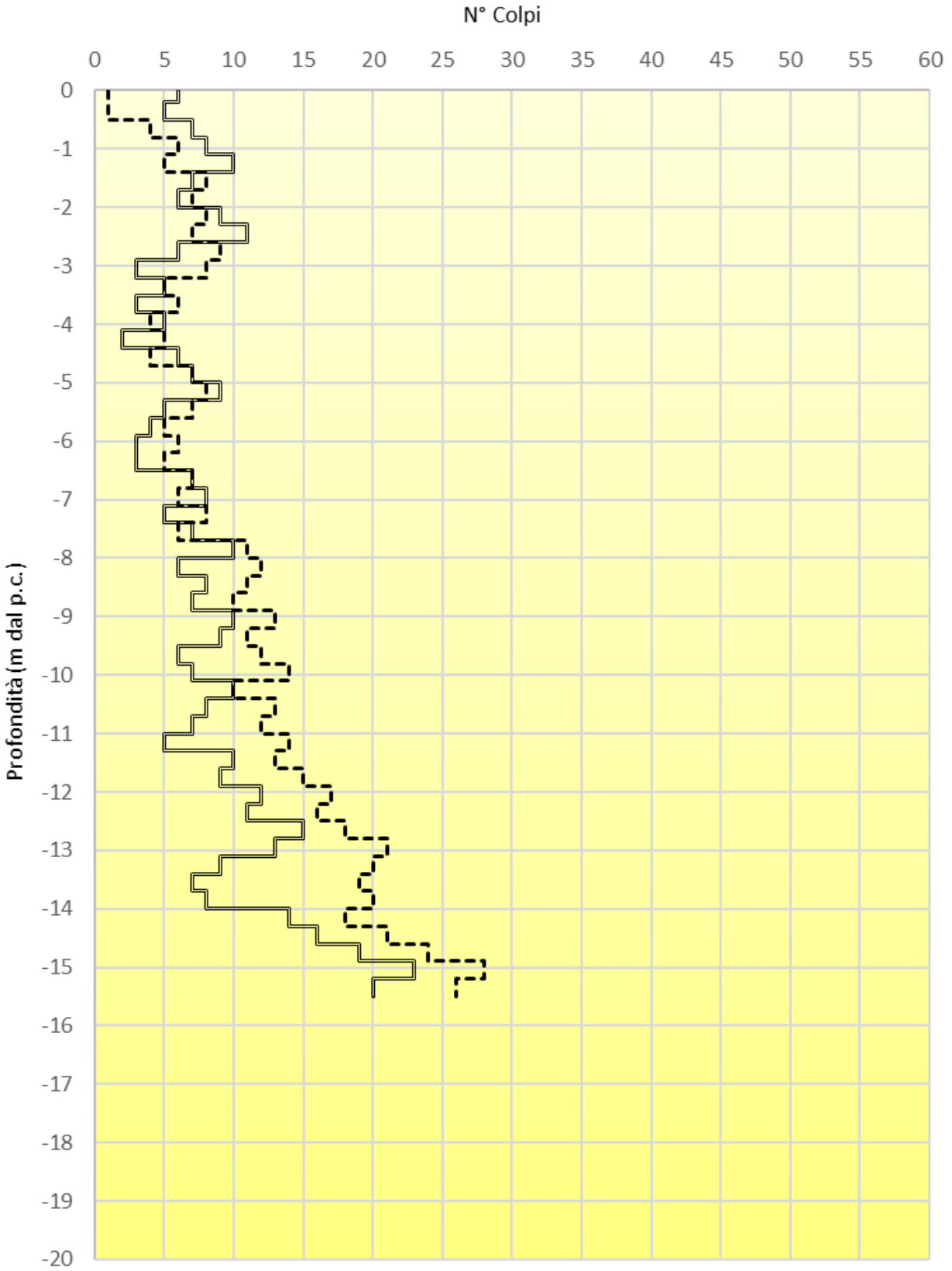
Disegno n° 7501

Località : SETTIMO MILANESE

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante
N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici
═══ Punta 60° ø = 2″ --- Tubazione di rivestimento ø = 1″½

Inizio prova m 0.00
Fine prova m -15.50

Inizio prova m +132.635 s.l.m.
Assenza acqua fino a m -1.00 poi foro ostruito



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° P4

DATA: 5-7-2023

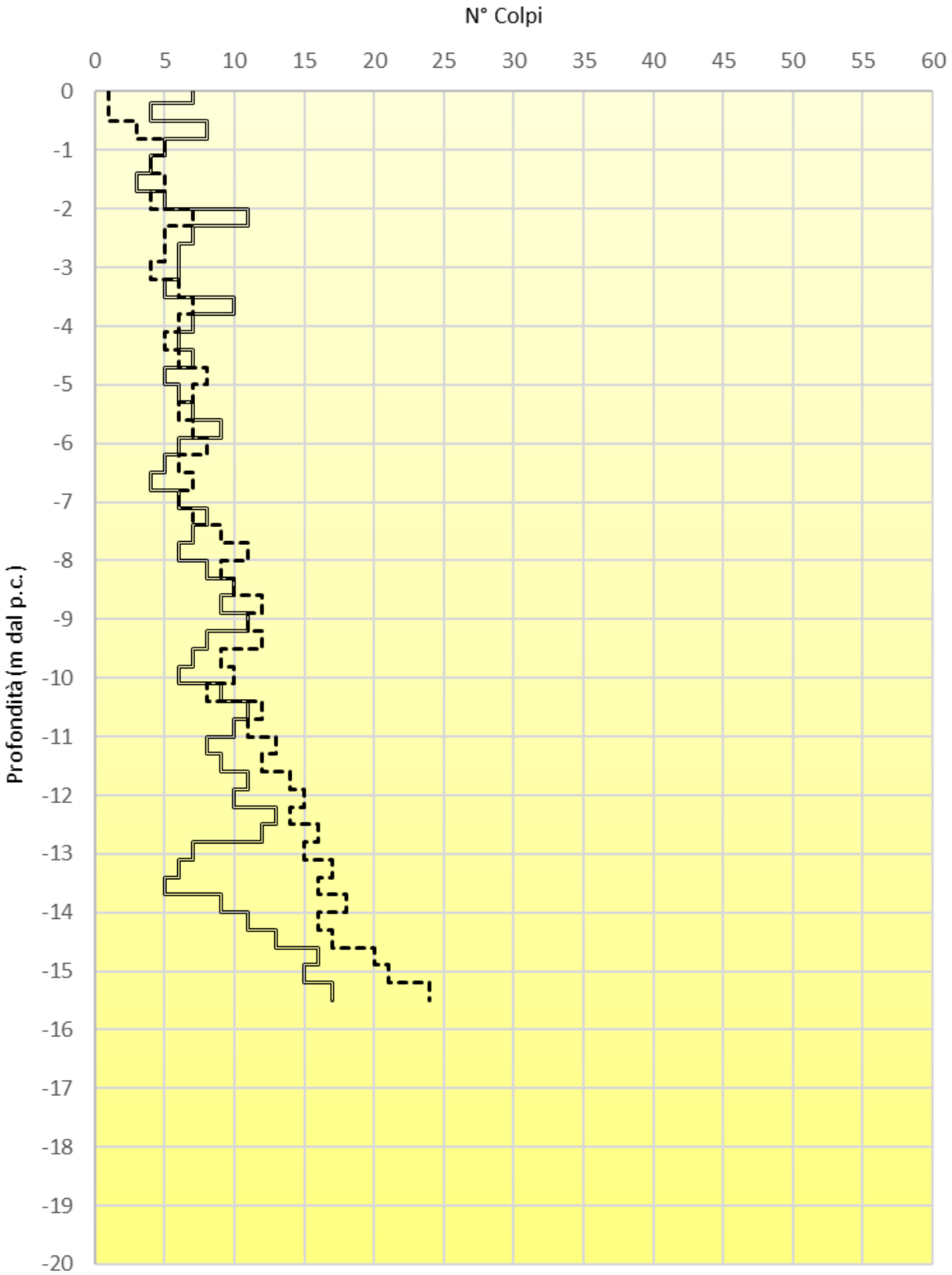
Disegno n° 7501

Località : SETTIMO MILANESE

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante
N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici
═══ Punta 60° ø = 2″ --- Tubazione di rivestimento ø = 1″½

Inizio prova m 0.00
Fine prova m -15.50

Inizio prova m +132.384 s.l.m.
Assenza acqua fino a m -0.70 poi foro ostruito



STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI – Via Mincio n° 22 – 20139 Milano

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° P5

DATA: 7-7-2023

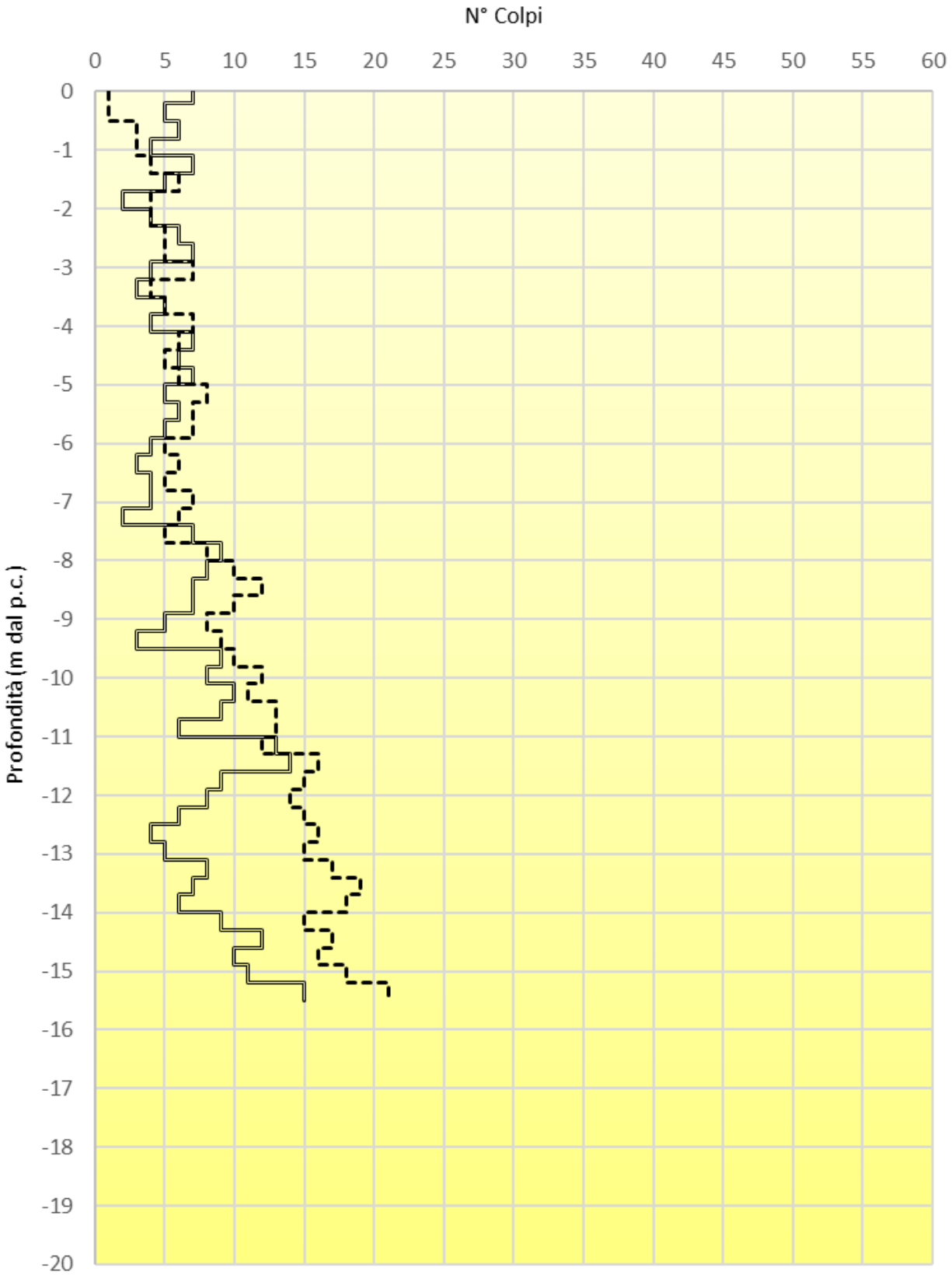
Disegno n° 7501

Località : SETTIMO MILANESE

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante
N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici
═══ Punta 60° ø = 2″ --- Tubazione di rivestimento ø = 1″½

Inizio prova m 0.00
Fine prova m -15.50

Inizio prova m +132.701 s.l.m.
Assenza acqua fino a m -1.30 poi foro ostruito



STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI – Via Mincio n° 22 – 20139 Milano

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° P6

DATA: 7-7-2023

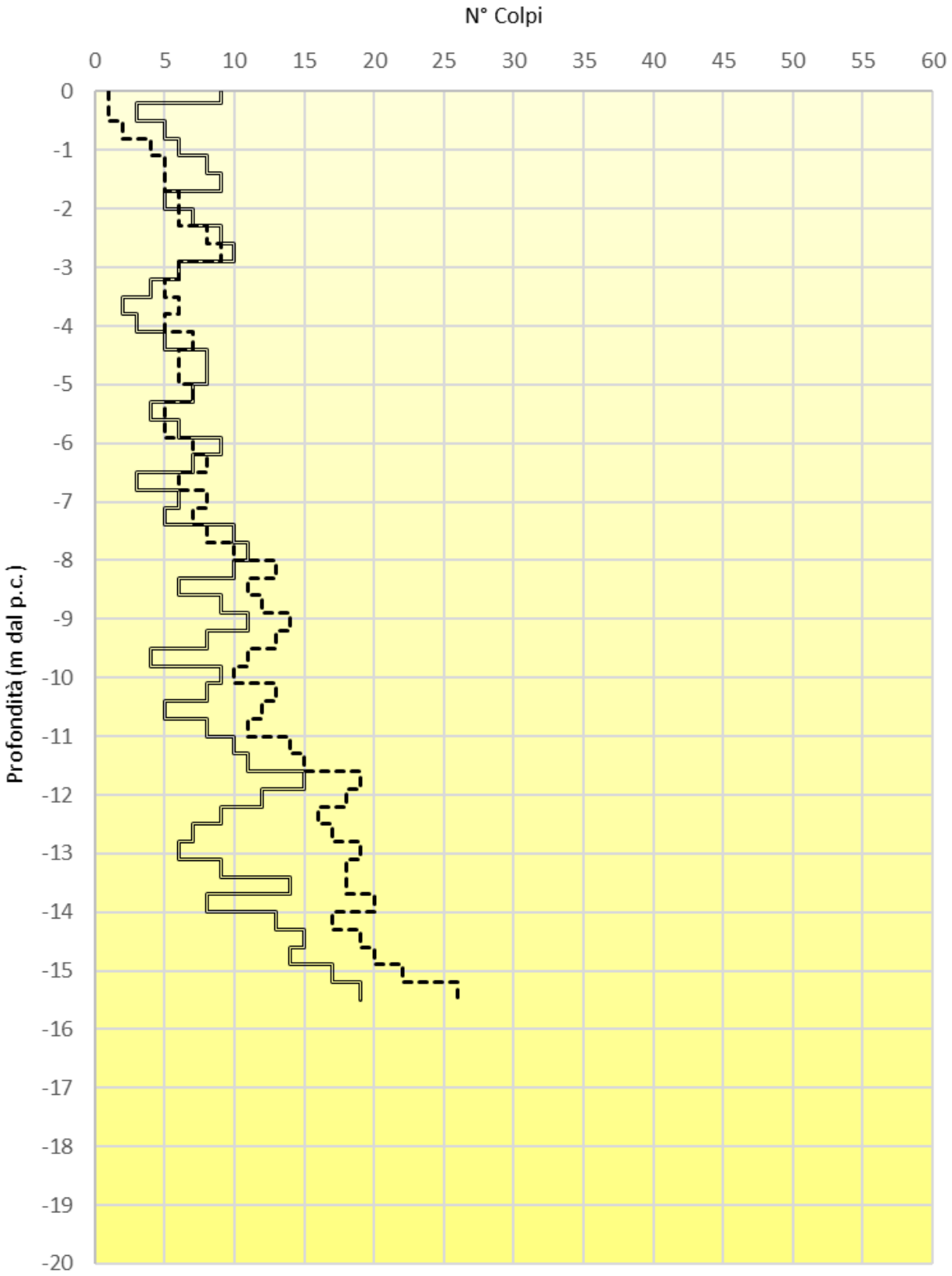
Disegno n° 7501

Località : SETTIMO MILANESE

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante
N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici
═══ Punta 60° ø = 2″ --- Tubazione di rivestimento ø = 1″½

Inizio prova m 0.00
Fine prova m -15.50

Inizio prova m +132.462 s.l.m.
Assenza acqua fino a m -0.90 poi foro ostruito



STUDIO TECNICO Geom. UGO CELOTTI – Via Mincio n° 22 – 20139 Milano

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° P7

DATA: 10-7-2023

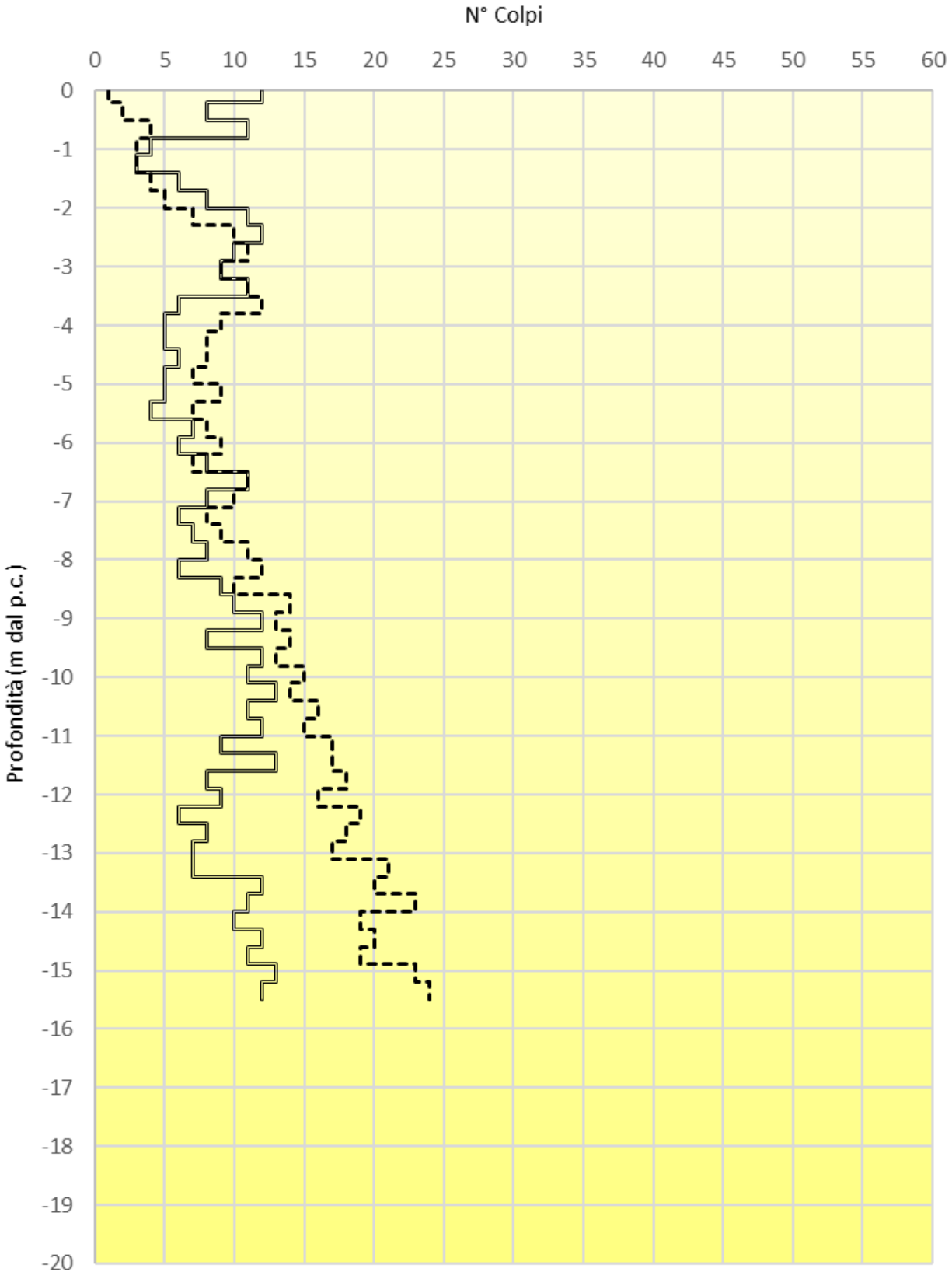
Disegno n° 7501

Località : SETTIMO MILANESE

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante
N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici
═══ Punta 60° ø = 2″ --- Tubazione di rivestimento ø = 1″½

Inizio prova m 0.00
Fine prova m -15.50

Inizio prova m +132.577 s.l.m.
Assenza acqua fino a m -0.70 poi foro ostruito



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° P8

DATA: 10-7-2023

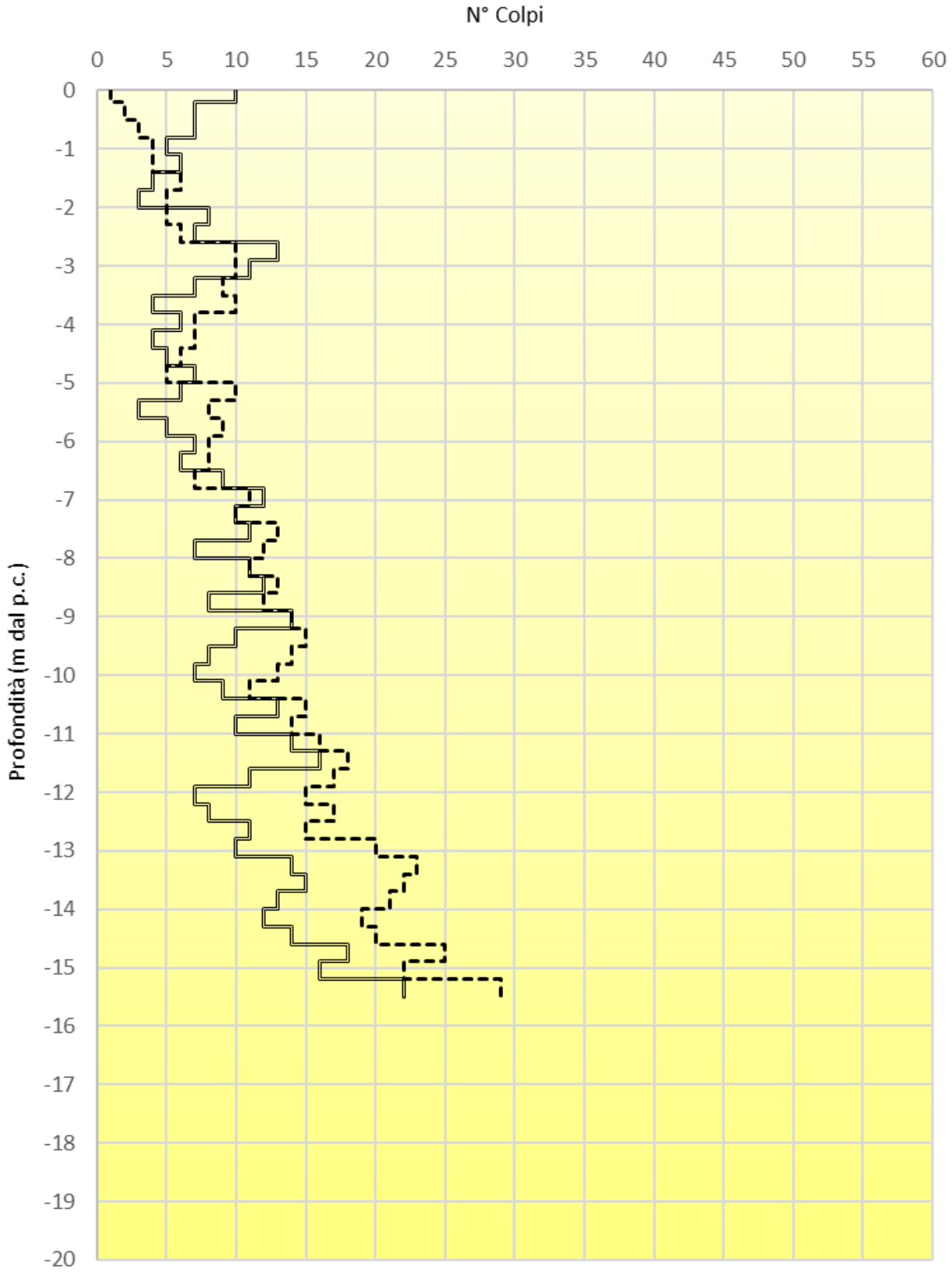
Disegno n° 7501

Località : SETTIMO MILANESE

Penetrometro con asta isolata dal terreno circostante
N = Numero di colpi/piede di affondamento con mazza battente da 160 libbre e volata da 30 pollici
═══ Punta 60° ø = 2″ --- Tubazione di rivestimento ø = 1″½

Inizio prova m 0.00
Fine prova m -15.50

Inizio prova m +132.551 s.l.m.
Assenza acqua fino a m -1.00 poi foro ostruito



STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI s.r.l.
CAPITALE SOCIALE EURO 100.000,00 I.V.
VIA MINCIO, 22 – C.A.P. 20139 **M I L A N O** TEL. 02.5393977 – FAX 02.5392262
e-mail: studiocelotti@studiocelotti.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI GEOTECNICI AMBIENTALI GEOARCHEOLOGICI – PROVE SU TERRENI DI FONDAZIONE INDAGINI E RICERCHE GEOLOGICHE E IDROLOGICHE - PERFORAZIONI PROFONDE PER GEOTERMIA PER DISPERSORI PER STRUMENTAZIONI - PROSPEZIONI GEOFISICHE GEOELETTRICHE - RILIEVI TOPOGRAFICI
C.C.I.A.A. REG. DELLE IMPRESE DI MILANO – COD.FISC.-PART.IVA 05092310969 – SOA 3405AL/57/01

Milano, Luglio 2023

Prot. 7501/A

Spett.le
GENERALE PREFABBRICATI S.p.A.
Centro Direzionale Quattrotorri
Ellera Scalo
06132 PERUGIA

INDAGINE GEOFISICA FINALIZZATA AGLI STUDI DELLA MICROZONAZIONE SISMICA PER LA RISPOSTA LOCALE METODOLOGIA MASW

SETTIMO MILANESE
(MILANO)
Via Reiss Romoli, 35

Relazione

INDICE

1 – PREMESSA.....3

2 – CENNI TEORICI.....4

3 – ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI.....5

3.1 – Strumentazione utilizzata.....5

3.2 – Interpretazione dei dati.....6

4 – RISULTATI.....8

5 – CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI.....11

6 – ZONIZZAZIONI SISMICHE PREVISTE DA N.T.C.....12

1 - PREMESSA

Il giorno 3 Luglio 2023, è stata eseguita una prospezione geofisica in un terreno in comune di Settimo Milanese (Milano) - Via Reiss Romoli, 35.

Al fine di caratterizzare la risposta sismica della zona in esame è stata registrata una sezione geosismica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999), utile a definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs).
Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 17 gennaio 2018.
Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio Vs,i.
La classificazione dei terreni si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio. Essa è definita dalla relazione:

CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE ⟶

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

In cui Vs,i e hi sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato e lo spessore dell'i-esimo strato.

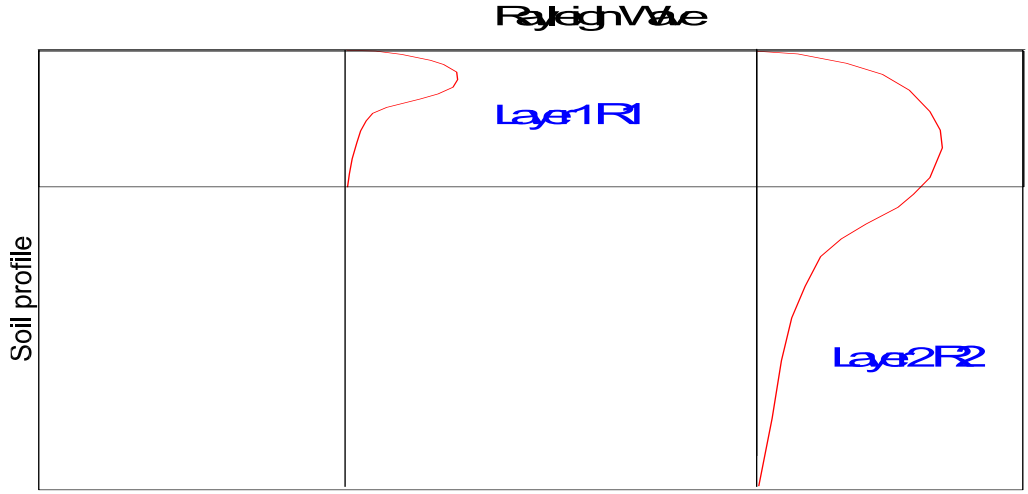
Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

2 - CENNI TEORICI

La metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) permette di ricavare le velocità delle onde di taglio verticali Vs dalla determinazione delle velocità delle onde superficiali.

La misura delle velocità delle onde superficiali viene calcolata grazie all'utilizzo di stendimenti di sensori posti in genere a distanze regolari sulla superficie del suolo da indagare.

La porzione che predomina nelle onde superficiali è costituita dalle onde di Rayleigh la cui velocità è correlata alla rigidezza e ai parametri elastici dei suoli attraversati.
E' importante tenere presente che nei mezzi stratificati le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè le alte frequenze e, quindi, con lunghezze d'onda corta, si propagano prevalentemente negli strati più superficiali del terreno, invece le onde con lunghezze maggiori tendono a coinvolgere gli strati più profondi così come di seguito illustrato.



La metodologia MASW può essere sia *attiva* che *passiva* o la combinazione di entrambe. Nel sistema attivo le onde superficiali vengono generate in un punto noto in modo non casuale e vengono registrate da stendimenti lineari di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento di ricezione può essere sia lineare che circolare e si misura il rumore di fondo ambientale esistente.

Il metodo attivo è quello che meglio permette la classificazione sismica dei suoli perchè fornisce con un miglior dettaglio il profilo delle velocità sismiche nei primi 30 metri da piano campagna. Infatti si ottiene una curva dispersione per un range di frequenze normalmente comprese tra i 5 ed i 70 Hz la cui propagazione avviene prevalentemente nella parte più superficiale del suolo in funzione anche delle sue caratteristiche elastiche.

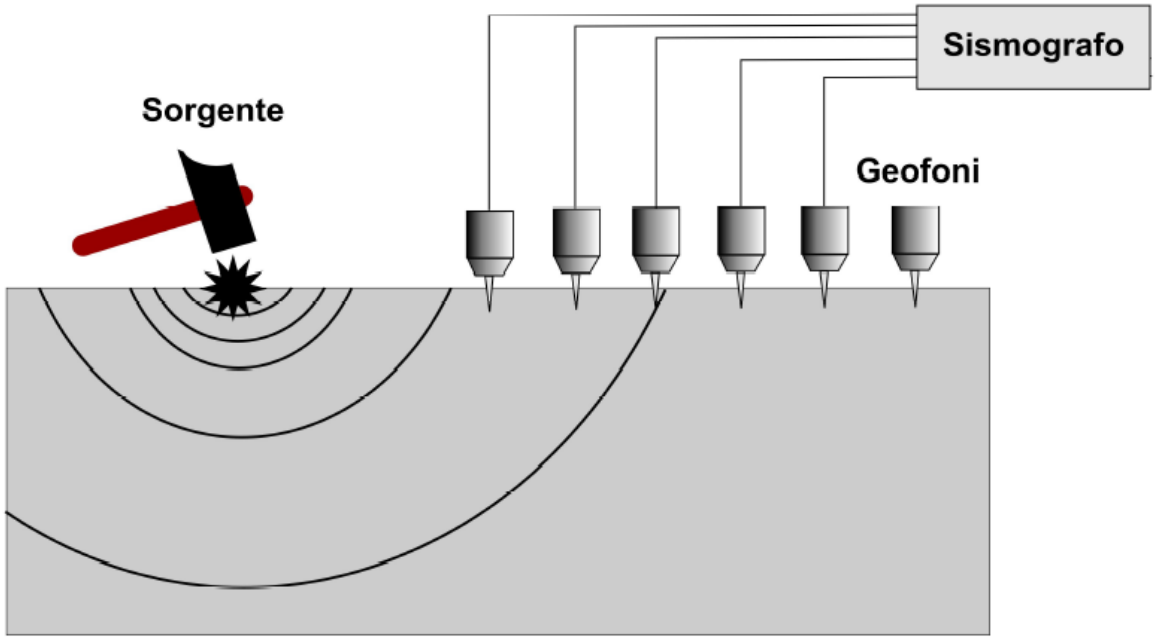
3 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

3.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'acquisizione è avvenuta tramite l'utilizzo di un sismografo a 24 bit modello" ECHO 24/2010 Seismic Unit" che impiega 24 canali in registrazione.
Lo strumento viene collegato ai geofoni verticali aventi frequenza propria di 4,5 Hz, posizionati sul terreno a distanza di 2 metri. Il tempo di registrazione dello strumento è fissato in 2 secondi. Gli offset di energizzazione delle MASW sono pari a 5 metri.
Di seguito si elencano le caratteristiche tecniche della strumentazione impiegata:

Number of channels:	24+1
A/D Conversion:	24 bits
Dynamic range:	130 dB @ 1ms PG=0 dB 120 dB @ 1ms PG=18 dB
Cross talk:	>90 db
Preamplify gain:	0 db, 6 db, 12 db, 24 db, 30 db, 36 db
Frequency response:	0 to 6 KHz (30kSPS) 0 to 4,8 KHz (15kSPS) 0 to 3 KHZ (7,5kSPS) 0 to 1,5 Khz (3,5kSPS) 0 to 800Hz (2kSPS) 0 to 400Hz (1kSPS)
Acquisition and display filter:	Low Cut Out 10.15.25.35.50.70.100.200.280.400 Hz
Sampling interval:	32us,64us,128us,256us,480us,960us
Record length:	16000 samples
Stacking trigger accuracy:	1/32 of samples interval
Distorsion (THD):	0,0004 %
Max input signal:	2Vpp, Odb
Common Mode Rejection:	110 dB
Noise:	0,25 uV, 2ms, 36 Db
Pre-trigger data:	524 ms @ 32 us sample interval
Delay:	0 to 2500 ms step 10 ms
Temperature range:	-30°C/+70°C
Power:	12 Volts
Continuos recording:	HVSR
Output format:	SEG - Y

Di seguito viene riportata una figura che illustra la disposizione dei sensori e la trasmissione dell'impulso.



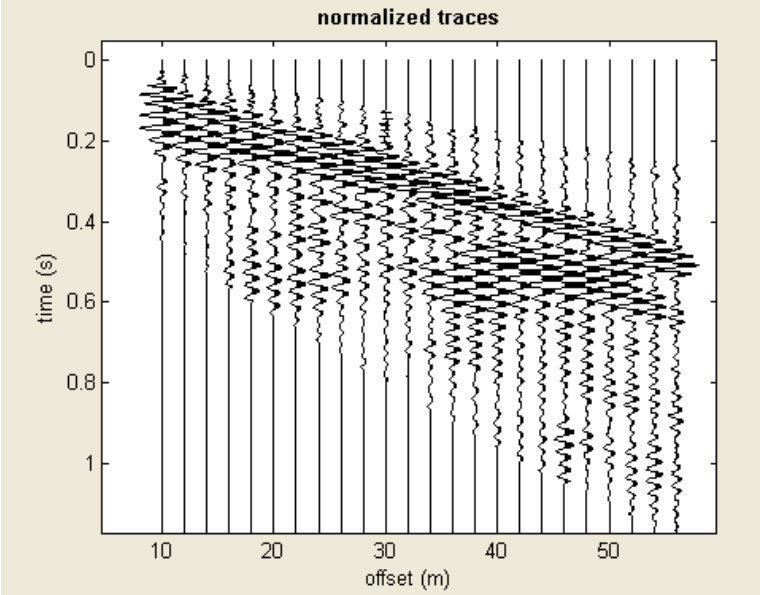
3.2 INTERPRETAZIONE DEI DATI

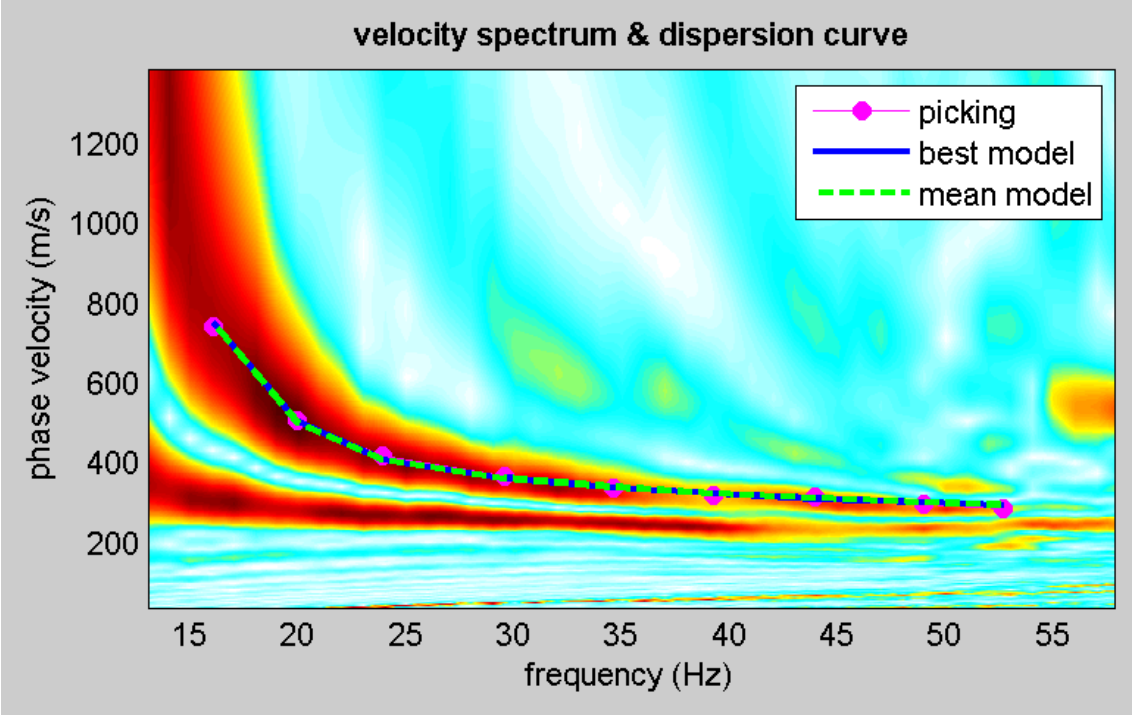
La procedura elaborativa prevede, sinteticamente, i seguenti passi:

- Trasformazione dei files in formato compatibile
- Immissione delle geometrie di acquisizione dei dati (sorgente e ricettori)
- Generazione dell'immagine di dispersione
- Analisi della curva di dispersione (picking)
- Verifica dei modi
- Modellazione e/o inversione
- Calcolo del parametro Vs30 dal profilo delle velocità di taglio

Il software utilizzato per l'interpretazione è WinMASW 4.1.1 Pro (Eliosoft).

Di seguito un esempio di acquisizione da cui si ottiene la curva di dispersione, ossia lo spettro di velocità calcolato a partire dalle tracce registrate sui geofoni dello stendimento. Viene riportato anche il piccaggio per la modellazione e/o inversione.



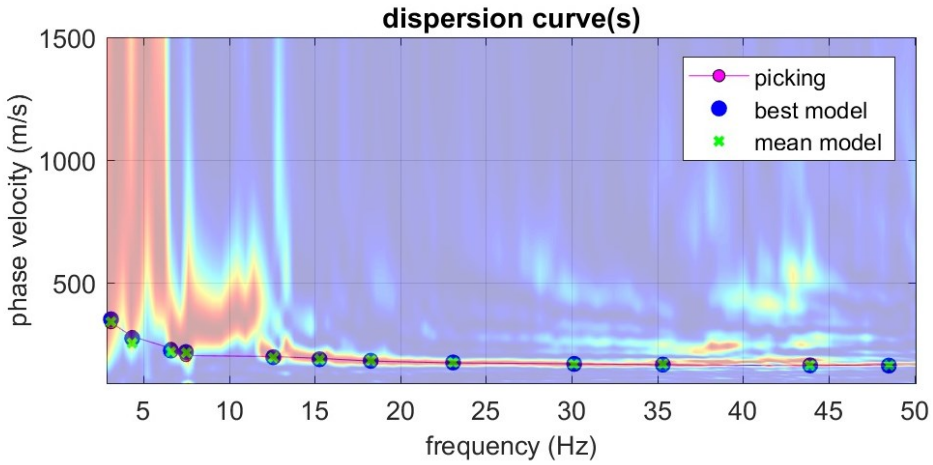


4 - RISULTATI

L'ubicazione della prova è riportata nel disegno n. 7501/1A.

L'immagine successiva propone la curva di dispersione ossia lo spettro di velocità calcolato a partire dalle tracce registrate.

MASW – Settimo Milanese (MI) – Via Reiss Romoli, 35

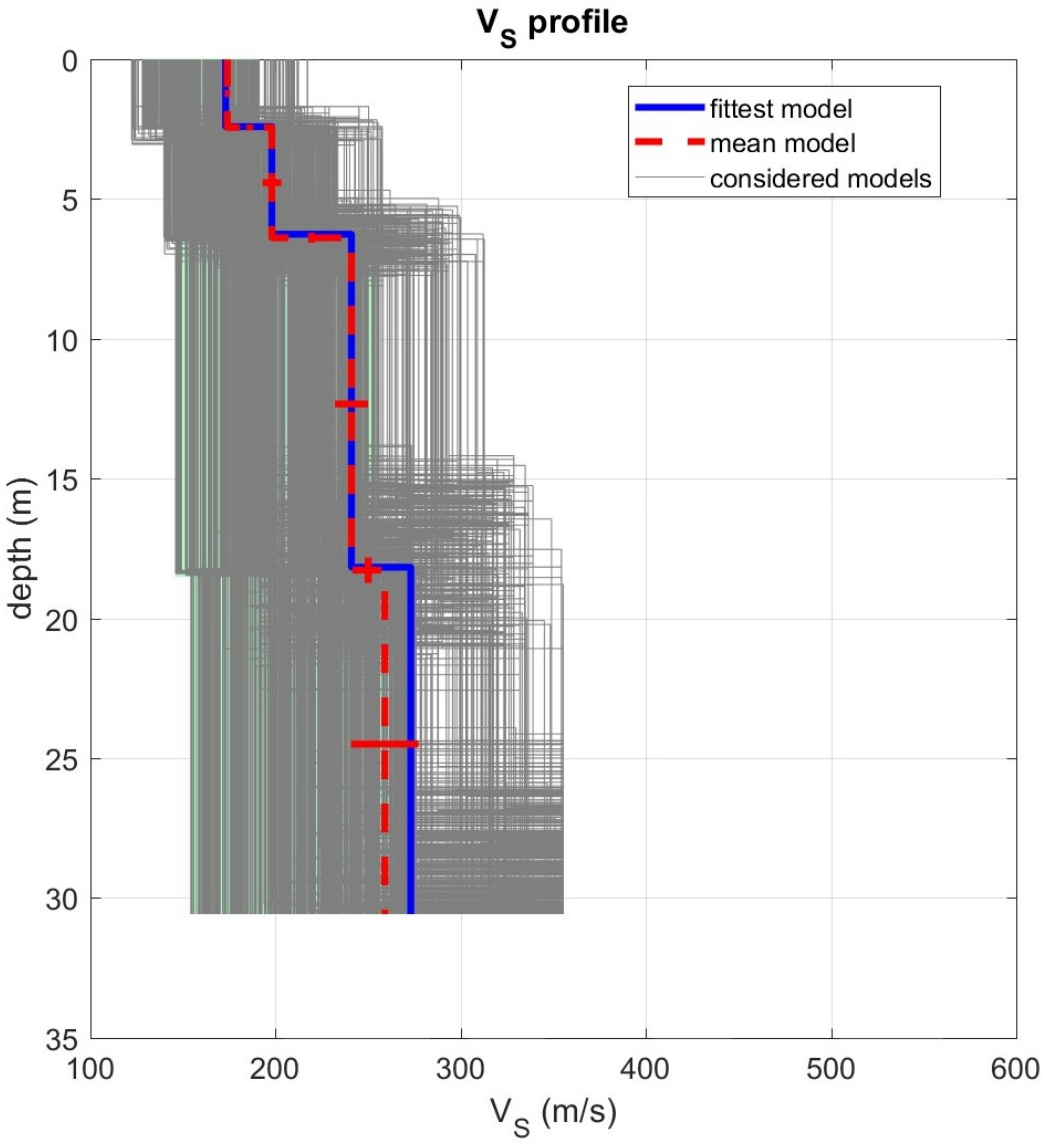


Spettro velocità sezione Masw

Il picking della curva e la modellazione diretta e/o dal processo di inversione, portano all'ottenimento della curva di dispersione interpretata e, di conseguenza, al profilo verticale delle onde di taglio Vs da cui si ricava il parametro Vs,eq richiesto dalla normativa.

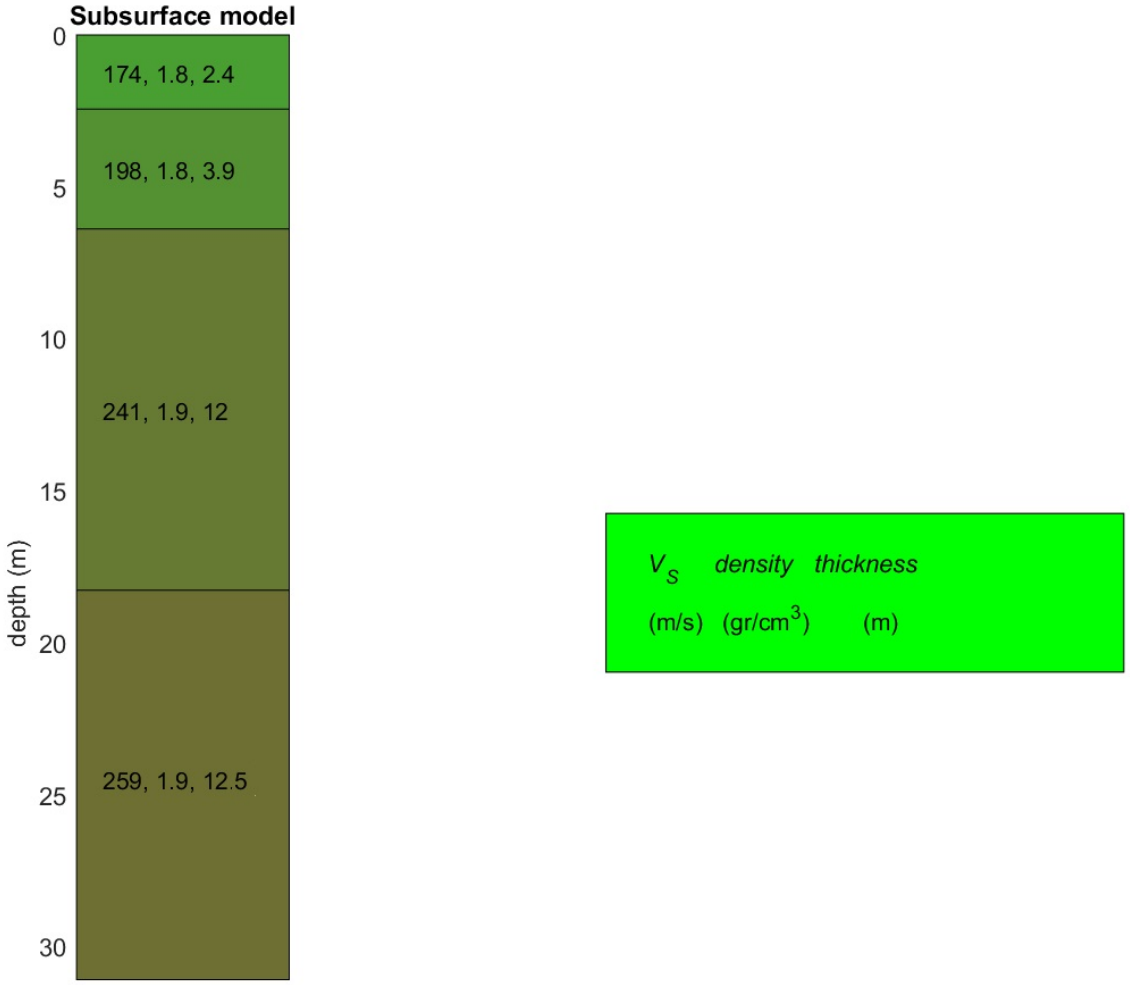
E' da tenere in considerazione che molteplici modelli di distribuzione delle velocità delle onde di taglio portano al medesimo risultato del parametro Vs,eq, ciò significa che senza un'opportuna disponibilità di dati stratigrafici attendibili il parametro di legge risulterà significativo, ma la distribuzione delle velocità sarà solamente indicativa.
Il grafico sotto riportato invece mostra il modello del profilo verticale Vs scelto come rappresentativo del singolo punto indagato.

MASW **SETTIMO MILANESE (MI)** **Via Reiss Romoli, 35**	**Vs30 = 236 m/s**



STRATIGRAFIA

MASW – Settimo Milanese (MI) – Via Reiss Romoli, 35



5 - CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI

L'analisi delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e, di conseguenza, il parametro Vs30 per il punto d'indagine.

La tabella sotto riportata mostra i valori Vs30 calcolati a partire dalla quota di imposta fondazioni prevista (a m -1,00 circa dall'attuale piano campagna) e la classe di suolo di appartenenza rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018).

Nome prova	Vs30	Classe suolo
MASW SETTIMO MILANESE (MI) Via Reiss Romoli, 35	**236 m/s**	**C**

"C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"

Bibliografia:

Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007, Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probabilità Density Evaluation, J. Appl. Geophysics, 61, 39-55

Park C. B., Miller R. D., & Xia J., 1999, Multichannel analysis of surface waves, Geophysics, 64, 3; 800 -808.

6 – ZONIZZAZIONI SISMICHE PREVISTE DA N.T.C.

Viene qui sotto riportata la classificazione sismica dei suoli secondo la normativa ufficiale italiana (DM 17 gennaio 2018):

A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo di 3 m.

B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D – Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E – Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Regione Lombardia

MODULO 9

DICHIARAZIONE/ ASSEVERAZIONE DEL GEOLOGO DI CONGRUITA' DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA AI REQUISITI RICHIESTI DAL PARAGRAFO 6.2.1 NTC 2018 e/o DALLA D.G.R. 2616/2011

Il sottoscritto LUIGI MAURIZIO PATERNÒ

iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione LOMBARDIA incaricato in data 18/07/2023

da STUDIO TECNICO GEOM. UGO CELOTTI S.R.L.

per conto di GENERALE PREFABBRICATI S.p.A.

di redigere la relazione geologica relativa al seguente intervento

Realizzazione di un Edificio Pluripiano a servizio del "Data Center DC11"

da eseguire in Comune di SETTIMO MILANESE Località

indirizzo via Reiss Romoli, n° 35 CAP 2 0 0 1 9

Comune Catastale I700 Foglio n. 15 Mappale o Particella 67,27,159

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadranno dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000),

DICHIARA

A. che la relazione geologica in oggetto è stata redatta ai sensi di:

- ○ D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018)
- ◉ D.G.R. 2616/2011 e D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018)
- ○ D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018), recependo quanto contenuto in una relazione geologica già depositata, redatta ai sensi della D.G.R. 2616/2011 per il rilascio del titolo abilitativo relativo all'intervento in questione

B. che, nello studio geologico comunale (PGT vigente) redatto in attuazione dell'art. 57 comma 1 della L.R. 12/2005, al sito di intervento sono state attribuite le seguenti caratteristiche geologiche:

1. SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE PSL 1 LIV – DGR 2616/2011 all. 5 p.to 2.1

☐ Z1 Instabilità dei versanti ☐ Z2a Cedimenti ☐ Z2b Liquefazione

☐ Z3 Amplificazione topografica ☑ Z4 Amplificazione Stratigrafica

☐ Z5 Comportamenti differenziali ☐ Nessuno scenario

1.1 VERIFICA SISMICA DI SECONDO LIVELLO PSL 2 LIV – DGR 2616/2011 all. 5 p.to 2.2

- ○ Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) > Soglia comunale (FAS)*
- ○ Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) <= Soglia comunale (FAS)*
- ◉ Analisi di secondo livello non effettuata

* tenuto conto delle tolleranze ammesse nell'Allegato 5 della D.G.R. 2616/2011

2. CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR 2616/2011 p.to 3.1

- ○ 1 senza particolari limitazioni
- ◉ 2 con modeste limitazioni
- ○ 3 con consistenti limitazioni
- ○ 4 con gravi limitazioni

2.1 TIPO DI LIMITAZIONE ALLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR 2616/2011 p.to 3.2

- ☐ a) Instabilità dei versanti
- ☑ b) Vulnerabilità idrogeologica
- ☐ c) Vulnerabilità idraulica
- ☐ d) Scadenti caratteristiche geotecniche
- ☐ nessuna particolare limitazione

DICHIARA INOLTRE

in fase di predisposizione dello studio geologico a supporto della progettazione

C. di aver seguito tutte le prescrizioni previste dalle norme geologiche di piano vigenti riportate nel piano delle regole del PGT del Comune di SETTIMO MILANESE

D. di aver eseguito ai sensi degli allegati alla DGR 2616/2011, conformemente alle linee guida disponibili:

- ☐ Approfondimento relativo all'instabilità dei versanti dal punto di vista statico (App1)
- ☐ Approfondimento relativo alla vulnerabilità idrogeologica (App2)
- ☐ Approfondimento relativo alla vulnerabilità idraulica (App3)
- ☐ Approfondimento relativo alle scadenti caratteristiche geotecniche (App4)
- ☑ Approfondimento relativo agli aspetti sismici (App5), la cui tipologia e grado sono dettagliatamente descritte nelle successive schede
- ☐ Nessun particolare approfondimento

E. di aver redatto il modello geologico del sito sulla base di:

☑ indagini appositamente eseguite nel sito d'interesse o nel suo immediato intorno, del tipo

SONDAGGI C/C + PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH + MASW

☐ indagini pregresse, la cui estendibilità al sito d'interesse è stata adeguatamente motivata in relazione, del tipo

F. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo stratigrafico attraverso:

○ analisi di risposta sismica locale

◉ procedura semplificata basata sulla definizione della categoria di sottosuolo, di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione; pertanto è stata individuata la seguente categoria di sottosuolo:

○ A ○ B ◉ C ○ D ○ E

mediante la seguente tipologia d'indagine MASW

la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione

G. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico attraverso:

○ analisi di risposta sismica locale

◉ procedura semplificata basata sulla definizione della categoria topografica, di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione; pertanto è stata individuata la seguente categoria topografica:

◉ T1 ○ T2 ○ T3 ○ T4

mediante analisi morfologica condotta su base topografica a scala 10000

la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione

H. di aver adeguatamente considerato la sicurezza nei confronti del fenomeno della liquefazione, mediante:

◉ esclusione della verifica (paragrafo 7.11.3.4.2 NTC 2018), opportunamente motivata in relazione

○ verifica della stabilità (paragrafo 7.11.3.4.3 NTC 2018) mediante la seguente metodologia

l. che l'intervento previsto risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito:

- (●) senza esecuzione di opere e/o interventi specifici per la mitigazione del rischio
- ( ) previa esecuzione di opere e/o accorgimenti costruttivi da eseguirsi durante i lavori relativi all'intervento in oggetto
- ( ) previa esecuzione di specifiche opere e/o interventi per la mitigazione del rischio da eseguirsi prima dei lavori relativi all'intervento in oggetto; in relazione a questo si specifica che tali lavori:
  - ( ) non sono stati eseguiti o sono stati eseguiti solo parzialmente
  - ( ) sono stati eseguiti nel rispetto delle prescrizioni contenute nello studio specifico e con il quale risultano compatibili

ASSEVERA

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale e regionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti .

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti del Regolamento UE 2016/679 e del Dlgs 101/2018 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

luogo MILANO data 22/01/2024

IL GEOLOGO

LUIGI MAURIZIO PATERNÒ

(timbro e firma)

MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - INSTABILITA'

Nel caso di scenari PSL di tipo Z1a, Z1b e Z1c (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011) per tipologia di frane in terra

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	☐ Modello geologico del sito ☐ Classificazione USCS dei materiali ☐ Modello geotecnico del sito		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	☐ Analisi all'equilibrio limite in condizioni statiche (FS) e pseudo-statiche (FS_{PS})		
Risultati al 1° grado di approfondimento	☐ $FSps \geq 1.3$ **Fine approfondimento SITO STABILE**	☐ $1.1 \leq FSps < 1.3$ Obbligo del 2° grado di approfondimento	☐ $FSps < 1.1$ Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		☐ Prove in sito per determinazione indiretta dei parametri di resistenza	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		☐ Stima dello spostamento atteso mediante relazioni empiriche disponibili in letteratura opportunamente scelte e motivate	
Risultati al 2° grado di approfondimento		☐ Spostamento ≤ 2 cm **Fine approfondimento SITO STABILE**	☐ Spostamento > 2 cm Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			☐ Rilievo topografico di dettaglio ☐ Indagine di sismica rifrazione ☐ Indagini in sito di tipo diretto tramite sondaggio/i a carotaggio continuo ☐ Prove in foro ☐ Prove di laboratorio su campioni indisturbati
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			☐ Analisi dinamiche semplificate (metodo degli spostamenti)
Risultati al 3° grado di approfondimento			☐ Spostamento ≤ 5 cm **Fine approfondimento SITO STABILE** ☐ Spostamento > 5 e ≤ 15 cm **Verifica DI AMMISSIBILITA' DELLO SPOSTAMENTO** ☐ Spostamento > 15 cm **OPERE DI SISTEMAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO**

☐ Eventuali verifiche di stabilità con metodi avanzati di analisi dinamica (da non intendere come sostitutivi dei metodi precedenti)

MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - AMPLIFICAZIONE

Nel caso di scenari PSL di tipo Z3, Z4 e relativi sottotipi (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011), qualora l'analisi sismica di II° livello non fosse stata eseguita nel sito d'indagine, sebbene obbligatoria, o fosse stata eseguita ma il fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) risulti maggiore del valore di soglia comunale (FAS), *previo specifica tolleranza ammessa dalla normativa regionale (Allegato 5 D.G.R. 2616/2011); tali approfondimenti saranno da prevedere anche nel caso dello scenario PSL di tipo Z5 (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011)

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	☐ Modello sismo-stratigrafico del sito		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	☐ Analisi di II° livello ai sensi dell'Allegato 5 DGR 2616/2011 applicata al sito oggetto di intervento, previa verifica dei requisiti di applicabilità, ovvero: 1- Assenza di fenomeni 2D legati alla risonanza di bacino 2- Assenza di inversioni di velocità significative 3- Contrasti di impedenza sismica < 3 4- Valori di VSH > 250 m/s		
Risultati al 1° grado di approfondimento	☐ FAC ≤ FAS* **Fine approfondimento** Compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo corrispondente al V_{S30} misurato ☐ FAC > FAS* **Fine approfondimento** Non compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo superiore a quella corrispondente al V_{S30} misurato	☐ FAC > FAS* Nel caso non siano disponibili schede di II° livello valide per la situazione investigata o nel caso si voglia aumentare il grado di accuratezza delle previsioni 2° grado di approfondimento	☐ Non applicabilità dell'analisi di II° livello Obbligo del 3° grado di approfondimento Oppure nel caso ☐ FAC > FAS* e nel caso si scelga di NON utilizzare la Categoria di Sottosuolo superiore a quella corrispondente al V_{S30} misurato 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		☐ Indagine sismica di tipo MASW e/o rifrazione onde SH	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		☐ Verifica ed integrazione del modello geofisico del sottosuolo e analisi numeriche, utilizzando gli accelerogrammi di input regionali e calcolo di FAC	
Risultati al 2° grado di approfondimento		☐ FAC ≤ FAS* **Fine approfondimento** Compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo corrispondente al V_{S30} misurato ☐ FAC > FAS* **Fine approfondimento** Non compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo superiore a quella corrispondente al V_{S30} misurato	Nel caso ☐ FAC > FAS* e nel caso si scelga di NON utilizzare la Categoria di Sottosuolo superiore a quella corrispondente al V_{S30} misurato 3° grado di approfondimento

Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			☐ Indagine di sismica superficiale combinata con più tecniche, compreso ARRAY2D con velocimetri ad acquisizione sincrona nei casi di substrato rigido posto a profondità maggiori di 20-30 m
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			☐ Analisi di risposta sismica locale con sets accelerometrici di input opportunamente selezionati (almeno due gruppi ciascuno da 7 accelerogrammi per SLV e SLD)
Risultati al 3° grado di approfondimento			☐ Spettri di risposta elastici e/o accelerogrammi calcolati al piano di fondazione **Fine approfondimento**

MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - LIQUEFAZIONE

Nel caso di scenari PSL di tipo Z2b (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011) soggetti a fenomeni di liquefazione

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	☐ Valore di Magnitudo massima attesa ☑ Valore di a_{max} in superficie ☑ Soggiacenza della falda ☐ Curva granulometrica e valori di resistenza penetrometrica normalizzata negli orizzonti non coesivi saturi presenti entro il volume significativo di sottosuolo		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	☑ Valutazione dei requisiti per l'esclusione della verifica di sicurezza alla liquefazione		
Risultati al 1° grado di approfondimento	☑ Assenza dei fattori scatenanti e/o predisponenti **Fine approfondimento SITO STABILE**	☐ Presenza dei fattori scatenanti e predisponenti Obbligo del 2° grado di approfondimento	
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		☐ Prove in sito per determinazione indiretta dei parametri di resistenza ciclica CRR ☐ Determinazione sperimentale della frazione di fine FC alle profondità di analisi	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		☐ Stima del coefficiente di sicurezza alla liquefazione (FL) tramite applicazione puntuale di metodi storico-empirici ad almeno 3 diverse profondità ritenute significative	
Risultati al 2° grado di approfondimento		☐ FL ≥ 1.0 (per tutti i punti d'analisi) **Fine approfondimento SITO STABILE**	☐ FL < 1.0 (per almeno un punto d'analisi) Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			☐ Prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTe) o piezocono (CPTu)
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			☐ Stima dell'andamento del coefficiente di sicurezza alla liquefazione con la profondità tramite applicazione di metodi storico-empirici e calcolo del potenziale di liquefazione I_L valido per una profondità critica almeno pari al volume significativo di sottosuolo
Risultati al 3° grado di approfondimento			☐ $I_L \leq 2.0$ **Fine approfondimento SITO STABILE** ☐ $2.0 < I_L \leq 5.0$ **Verifica DI AMMISSIBILITA' DELLO SPOSTAMENTO** ☐ $I_L > 5.0$ **OPERE DI SISTEMAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO**

☐ Eventuali verifiche di sicurezza con metodi avanzati di analisi dinamica (da non intendere come sostitutivi dei metodi precedenti)

REPUBBLICA ITALIANA
MINISTERO DELL'INTERNO
CA86259NC
CARTA DI IDENTITÀ / IDENTITY CARD
COMUNE DI / MUNICIPALITY
CISLIANO
COGNOME / SURNAME
PATERNO'
NOME / NAME
LUIGI MAURIZIO
LUOGO E DATA DI NASCITA
PLACE AND DATE OF BIRTH
RAVANUSA (AG) 30.08.1963
SESSO
SEX
M
STATURA
HEIGHT
178
CITTADINANZA
NATIONALITY
ITA
EMISSIONE / ISSUING
04.10.2022
SCADENZA / EXPIRY
30.08.2032
FIRMA DEL TITOLARE
HOLDER'S SIGNATURE
680430

COGNOME E NOME DEL PADRE E DELLA MADRE O DI CHI NE FA LE VECV
FATHER AND MOTHERS-TUTOR'S NAME
CODICE FISCALE
FISCAL CODE
PTRLMR63M30H194L
ESTREMI ATTO DI NASCITA
93 p1 sA-1963 084031
INDIRIZZO DI RESIDENZA / RESIDENCE
Via Francesco Petrarca, N. 39 SC. B INT. 3 CISLIANO (MI)
C<ITACA86259NC9<<<<<<<<<<<<<<<
6308306M3208302ITA<<<<<<<<<<<6
PATERNO<<LUIGI<MAURIZIO<<<<<<<